Université de Lausanne
Ecole des Hautes Etudes Commerciales

ELABORATION POUR L'INDUSTRIE D'UN LANGAGE INFORMATIQUE DE SIMULATION DE DECISIONS

thèse présentée à l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales de l'Université de Lausanne pour obtenir le grade de docteur ès sciences économiques – mention gestion de l'entreprise –

PIERRE ROCHAT

Nicolas Chabloz, imprimeur à Mauraz

1976

Université de Lausanne
Ecole des Hautes Etudes Commerciales

ELABORATION POUR L'INDUSTRIE D'UN LANGAGE INFORMATIQUE DE SIMULATION DE DECISIONS

thèse présentée à l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales de l'Université de Lausanne pour obtenir le grade de docteur ès sciences économiques – mention gestion de l'entreprise –

PIERRE ROCHAT

Nicolas Chabloz, imprimeur à Mauraz

1976

I M P R I M A T U R

Le Conseil de l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales de l'Université de Lausanne, sans se prononcer sur les opinions de l'auteur, autorise l'impression de la thèse de Monsieur Pierre Rochat, licencié en sciences économiques, mention gestion de l'entreprise, en vue de l'obtention du grade de docteur ès sciences économiques, mention gestion de l'entreprise. *Sujet de la thèse :*

"Elaboration pour l'industrie d'un langage informatique de simulation de décisions"

Le Directeur

Robert Grosjean

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Je tiens à remercier de leur précieux concours
Monsieur le Professeur André Probst, directeur de thèse,
IBM(Suisse), centre de calcul, Bâle,
Monsieur Carl Schönholzer, UNIMED SA, Lausanne,
Monsieur de Stutz, MICROTUBE SA, Lausanne,
ma femme Marie-Françoise.

Je remercie aussi les membres de la commission d'experts de l'intérêt bienveillant qu'ils portent à mon travail,
Monsieur le Professeur Pierre Goetschin,
Monsieur le Professeur Robert Grosjean,
Monsieur le Professeur André Probst.

Pampigny, mai 1976

INTRODUCTION

Il est reconnu que l'esprit d'entreprise doit s'appuyer sur une administration clairvoyante des ressources engagées, car bien comprise, elle est aussi source de profit.

La contribution de cette étude à l'effort de recherche en matière de gestion de l'entreprise est l'élaboration d'un instrument de gestion prévisionnelle inscrit dans un système d'aide à la prise de décisions.

Le défi de cette proposition consiste à connecter l'instrument au système. Je souhaite montrer que l'informatique peut jouer ce rôle de relais grâce à un langage construit pour transmettre des informations en termes de gestion.

Le réalisme est le principe qui a guidé l'élaboration de cet instrument. Je tenterai de prouver que cette qualité implique la recherche de la simplicité. Pour étayer cette démonstration, l'intervention de l'instrument dans un contexte réel fait l'objet de la seconde partie de l'étude.

PREMIERE PARTIE

"En réalité, la source la plus courante d'erreurs dans les décisions de la direction, est l'importance excessive qu'elle attache à chercher la bonne réponse, et non la bonne question." Cette affirmation, tirée de l'ouvrage cité (*1), très classique, fait apparaître l'opportunité d'un langage informatique de simulation de décisions qui permet à la direction de concentrer son effort sur la seconde tâche, en lui confiant (partiellement) la première.

Le second ouvrage auquel il est fait référence (*2) a suscité cette recherche et permet de situer ce projet par rapport à l'état de la question.

Définir en une phrase la construction qui est l'objet de cette thèse n'est pas simple, cependant c'est un exercice qui est justifié dans la mesure où cette définition forme un cadre à cette première partie descriptive et dans la mesure où ses différentes propositions forment la structure de cette description.

---

1) Peter F. Drucker, la pratique de la direction des entreprises, chapitre 28,
Les Editions d'organisation, Paris, 1954

2) D.J. White, Decision Methodology,
John Wiley & Sons, Editors, 1975

J'ai tenté de construire un instrument informatique de gestion prévisionnelle subordonné à un système d'aide à la prise de décisions, au niveau de la conjonction des fonctions de l'entreprise, mettant en oeuvre une représentation mathématique de leurs relations, formant avec des algorithmes numériques, un calculateur mécaniste, piloté par un programme, formulé dans un langage de gestion.

Dans les chapitres qui suivent, j'appellerai cet instrument MTMC (Multi Tasks Manager's Clerk).

1 Un instrument informatique de gestion prévisionnelle

MTMC est un instrument parce qu'il est le prolongement du cerveau de l'homme dans l'action - comme le manche à balai relie le pilote à l'avion -. La gestion prévisionnelle recourt, dans le cadre de ce système, aux techniques de la recherche opérationnelle et de la comptabilité analytique, deux disciplines dont la maîtrise n'est pas le rôle des responsables de la gestion. C'est dans cette fonction de relais entre le raisonnement économique et les techniques de calcul que MTMC est un instrument. Il est dit informatique parcequ'il met à la disposition de l'utilisateur des procédures automatiques de calcul.

MTMC est un instrument, car il est subordonné à un système - le manche à balai n'est un instrument que lorsqu'il est fixé à l'avion -. MTMC est inscrit dans un système d'aide à la prise des décisions. La gestion prévisionnelle est donc considérée ici comme une technique au service de la préparation scientifique des décisions. Cette technique doit être efficiente, son application est orientée vers l'utilisateur. Guidé par ce principe, l'esprit qui anime sa mise en oeuvre est nettement teinté de pragmatisme.

2 Au niveau de la conjonction des fonctions de l'entreprise

MTMC a été élaboré pour résoudre des questions dont la nature engage l'entreprise dans son ensemble et non ses fonctions particulières. Son action se limite dans le temps à une période comptable. Ces deux éléments, rapportés à la hiérarchie classique des niveaux de responsabilités, fixent la compétence de MTMC au plan tactique.

Le point où se manifeste en une synthèse l'apport de chaque fonction opérationnelle de l'entreprise, sur le plan tactique, est le compte d'exploitation. La tâche essentielle de l'instrument est de créer et de transmettre des comptes d'exploitation prévisionnels.

MTMC est un instrument de direction; ses prestations sont donc efficaces dans la mesure où elles consistent en une information élaborée et choisie.

3 L'entreprise

La construction de MTMC dépend étroitement du type d'entreprise auquel l'instrument est destiné :

- c'est une entreprise industrielle;
- elle fabrique en série un certain nombre de produits de consommation;
- elle entretient des stocks de produits finis qui régularisent la production en absorbant les fluctuations de la demande;
- elle vend ses produits sur des marchés où s'opposent de nombreux concurrents dont l'offre est plus ou moins différenciée;
- ces marchés influencent fortement les prix de vente.

Pour mieux situer ce type d'entreprise, on peut brièvement esquisser celui auquel on l'oppose : c'est un type d'entreprise qui travaille sur commande en exécutant les exigences spécifiques de ses clients; ceci implique que ses prix de vente sont calculés davangage à partir des prix de revient qu'ils ne sont imposés par les marchés. Par définition l'entreprise n'entretient pas de stocks de produits finis.

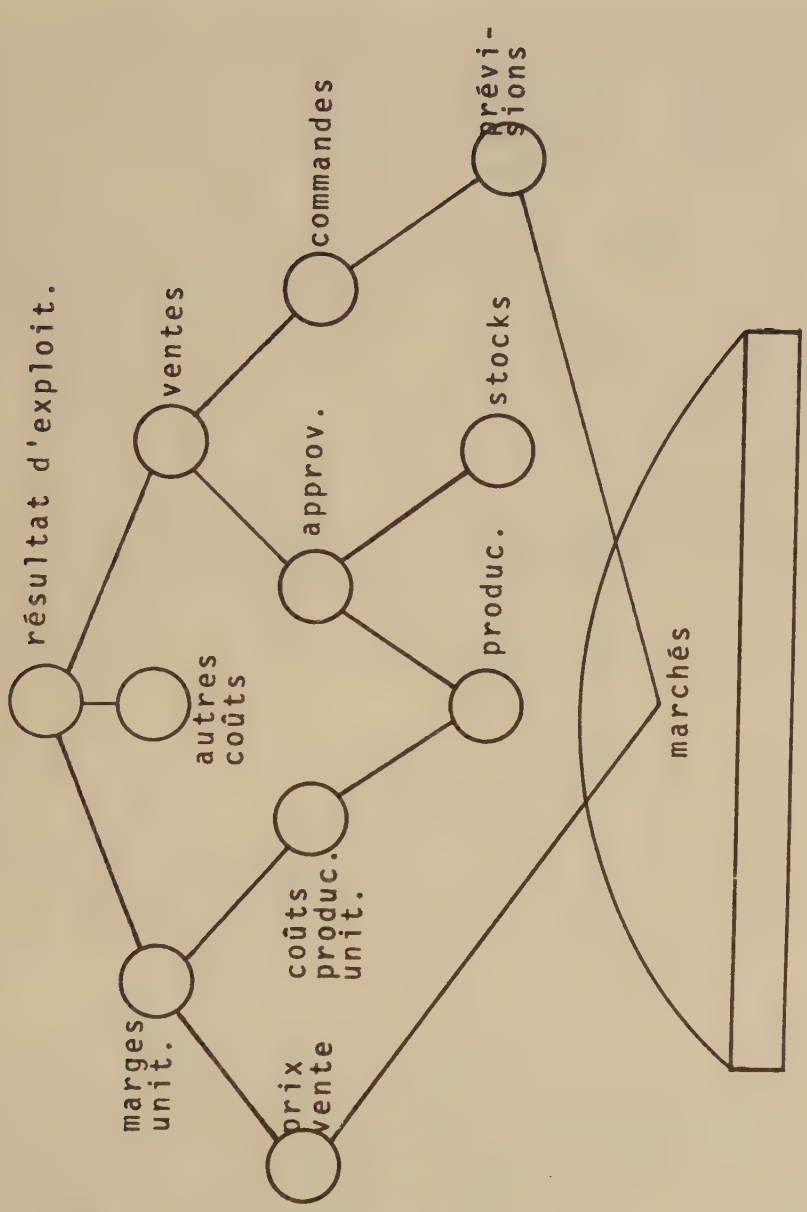
4 L'instrument met en oeuvre une représentation mathématique des relations des fonctions de l'entreprise

---

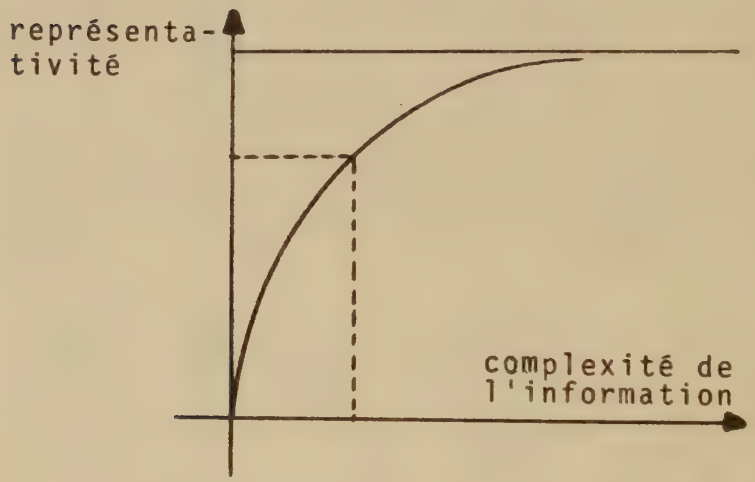
Le système d'aide à la prise de décisions auquel est assujetti MTMC est dit critique parce que la définition des composants du compte d'exploitation est sous sa responsabilité. A l'égard de la répartition des tâches entre le système et l'instrument, on part du principe qu'une donnée est une valeur numérique dénuée de sens, et qu'une information est une valeur qui est la mesure d'une chose définie. Selon ce critère, le choix, la définition et l'interprétation de l'information sont pris en charge par le système, tandis que la transmission et le traitement mécaniste des données appartiennent à l'instrument.

L'indépendance de l'information et de la donnée assure le lien qui rend complémentaires le raisonnement fondé sur l'empirisme et le raisonnement fondé sur des relations mathématiques.

L'instrument est ainsi un pur calculateur mécaniste. Ce calculateur est fondé sur un modèle, c'est à dire une représentation mathématique des relations fonctionnelles des éléments qui concourent à la formation du résultat d'exploitation, solde du compte d'exploitation.


résultat d'exploit.
ventes
commandes
prévi-
sions
autres
coûts
approv.
stocks
produc.
marges
unit.
coûts
produc.
unit.
prix
vente
marchés

Mais une entreprise est avant tout le fait des hommes qui la composent et qui forment son environnement. Dans cette optique dynamique, l'utilisation pratique des modèles mathématiques a montré les limites de leur faculté de représenter une réalité instable. Même si la formation du compte d'exploitation pouvait être intégralement exprimée mathématiquement, l'information quantifiant ou qualifiant ses composants serait si complexe qu'elle serait inaccessible, par sa nature ou par le coût de sa recherche, ou contestable.



On peut admettre empiriquement que la représentativité est une fonction exponentielle de la complexité de l'information : plus on approche de la représentativité absolue, plus la complexité de l'information croît de façon disproportionnée. L'effort de modélisation le plus raisonnable se situe au point où l'accroissement

de la complexité de l'information correspond à un accroissement semblable de la représentativité. C'est donc la disponibilité et la sécurité de l'information qui déterminent l'élaboration du modèle.

En vertu de l'indépendance de la donnée et de l'information, la construction du modèle n'exige qu'une identification des éléments qui le composent.

Une entreprise industrielle, projetée dans son avenir, peut être considérée, au niveau de son compte d'exploitation, comme l'effort virtuel de transformation, en une seule résultante, de trois forces potentielles indépendantes - production, stocks, marchés -. Chaque force, analysée comme à travers un prisme, présente un spectre dont les composants sont identifiés comme suit :

- production : la fabrication de plusieurs produits requiert un certain nombre d'opérations, exécutées à des postes de travail, communs à plusieurs produits ou spécifiques à un seul d'entre eux. Ces postes de travail sont regroupés par la comptabilité analytique, selon leur nature, en centres de charges, dont on s'efforce de connaître les capacités et les coûts : (les lettres entre parenthèse désignent les variables utilisées par la suite)

- (D) disponibilité des postes de travail, en unités de temps, ou capacité de traitement, en unités de capacité, selon la nature de l'opération, (ébarbage, approvisionnement en pièces ou matières premières, etc.);

- (A) utilisation, par unité de produit fabriqué, des capacités des postes de travail, en unités spécifiées sous lettre D;
- (E) coût fixe relatif à chaque centre de charges, (amortissement, etc.);
- (F) coût d'exploitation d'une unité de temps ou de capacité des centres de charges, coût sous lettre E non compris, (énergie, entretien, etc.);
- (K) coût relatif à une unité de produit fabriqué, non incorporé sous lettre E ou F, (coût des pièces ou de la matière première, emballage, etc.);
- (L) coût fixe indirect relatif à l'ensemble de la production de chaque produit, (recherche, imputation du coût de l'organisation de vente, etc.);

- stocks de produits finis :

- (R) quantités de chaque produit disponibles en stock au début de la période;
- (S) quantités de chaque produit désirées en stock en fin de période;

- marchés : indépendamment des possibilités de production, des stocks disponibles et des prix de revient, au seul regard des éléments marketing externes à l'entreprise (conjoncture, image de marque, concurrence, implentation, etc.), la position sur les marchés d'écoulement de chaque produit peut être établie sur le plan des quantités minimales et/ou maximales absorbables par ceux-ci et sur le plan des prix de vente qu'il convient de pratiquer, ces deux

éléments étant liés l'un à l'autre dans les fonctions de l'offre et de la demande.

- (T) quantités minimales de chaque produit demandées par les marchés;
- (U) quantités maximales de chaque produit absorbables par les marchés;
- (V) quantités à livrer en vertu d'engagements contractés avant le début de la période ou en vertu d'un contrat de sous-traitance;
- (W) prix de vente qu'il est souhaitable d'observer pour être présent sur les marchés dans les limites estimées sous lettre T et U ou prix de vente imposés contractuellement selon lettre V.

Cette structure de l'information écarte, au regard du principe de la complexité, trois éléments dont l'absence peut altérer sensiblement, selon les cas, les résultats souhaités :

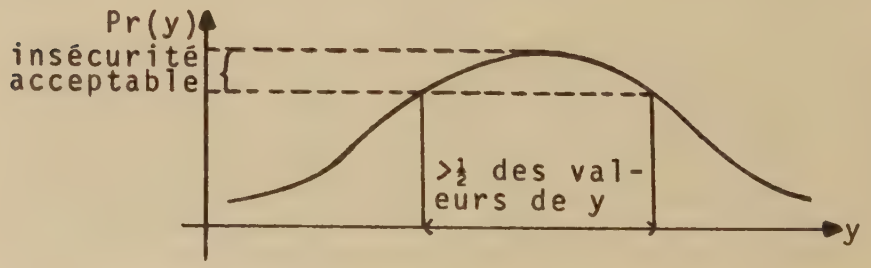
- la distribution de la demande dans le temps;
- une catégorie de coûts qui évoluent par paliers;
- la production en cours,au début et à la fin de la période considérée.

Le premier implique que la part des coûts de stockage proportionnels au temps (coût du capital immobilisé, etc.) et le coût des mises en fabrication (réglage des machines, etc.), dont la fréquence est une fonction de la rotation des stocks, ne peuvent être calculés que par rapport à une distribution uniformisée,moyenne.

Le deuxième restreint le choix des catégories de coûts, sériés selon leur loi de variation par rapport au volume de production, ou par rapport au taux d'utilisation des équipements, aux coûts strictement fixes et aux coûts strictement variables.

Le troisième élément est, plus que tout autre, impossible à prévoir de façon sûre puisque la distribution dans le temps de la production n'est pas connue. Il est malgré tout probable que les productions en cours au début et à la fin de la période comptable s'équilibrent sans modifier la charge réelle imputable à l'exercice.

Les composants retenus pour construire le modèle sont dérivés de potentiels dont la mesure est partiellement subjective puisqu'elle est issue d'estimations. Il serait donc intellectellement satisfaisant de quantifier ces composants au moyen de variables aléatoires dont les lois de probabilité rendent compte des facteurs impondérables. C'est cependant un modèle déterministe qui a été choisi, parce que la part d'insécurité normale des prévisions manipulées ne justifie pas l'observation statistique dense exigée par un mode de quantification aléatoire.



Ces restrictions de l'information, provoquées à priori par l'application du principe de la complexité, seront réexaminées sous l'angle des techniques de calcul, au cours du chapitre suivant. Faut-il préciser que ces restrictions n'ont pas un caractère absolu mais sont plutôt des hypothèses de travail. Définir avec précision les éléments écartés du modèle est une phase essentielle de son élaboration, car l'interprétation correcte des résultats en dépend étroitement.

Après avoir décrit l'entreprise comme un ensemble de potentiels, il s'agit de simuler leur mise en oeuvre, puis de formuler le résultat de leur interférence fictive dans un compte d'exploitation prévisionnel.

Pour réaliser le meilleur résultat possible d'exploitation, la simulation envisagée doit conduire à l'aménagement d'une combinaison optimum des potentiels. Comme le montre le schéma de la page 13,le résultat d'exploitation est composé du produit de la marge unitaire par la quantité vendue (notions définies plus loin). Lorsqu'un seul type de produit est en jeu, le résultat d'exploitation maximum est atteint lorsque le chiffre d'affaire le plus grand est réalisé. L'utilisation maximum du potentiel de vente offert par le marché suffit alors à garantir l'optimalisation du résultat d'exploitation. Il en va tout autrement lorsque l'effort de production doit se répartir entre plusieurs types de produits. Dans ce cas, la mise à contribution maximum des marchés peut amener à soustraire du potentiel de production une puissance importante pour fabriquer un produit très

demandé, mais dont la marge bénéficiaire est petite.

En développant ce raisonnement embryonnaire, on voit que la maximisation d'une politique entraine une non-optimalisation des autres politiques et, incidemment, une non-optimalisation du résultat d'ensemble. De même, la répartition du potentiel de production selon le seul critère des marges bénéficiaires, peut conduire à une situation de non-adaptation des quantités produites aux quantités absorbables par les marchés, c'est-à-dire à une non-optimalisation des potentiels de vente.

Or, c'est de cette dernière approche qu'est dérivé le modèle retenu car, dans la mesure où les marchés laissent à l'entreprise une marge de manoeuvre, elle a l'avantage, séduisant le bon sens, de tirer le meilleur parti possible des ressources dont l'entreprise a la maîtrise la plus directe.

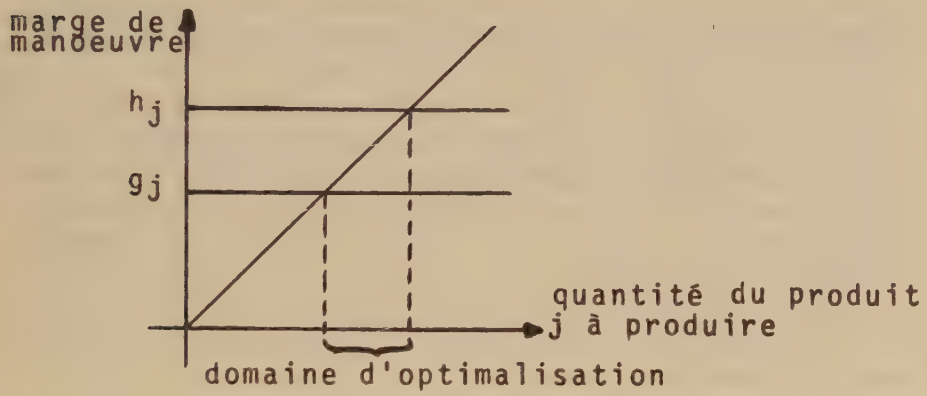
Cette marge de manoeuvre est circonscrite par deux bornes, qui sont calculées à partir de l'information recensée aux pages 16 et 17,

$$G \text{ (borne inférieure)} = T + V + S - R$$

$$H \text{ (borne supérieure)} = U + V + S - R$$

Ces deux bornes sont l'expression des quantités limites que la fonction de production peut fournir en satisfaisant les contraintes imposées par les marchés et les stocks; elles cernent une zone de valeurs qui définit le domaine à l'intérieur duquel l'optimalisation de la ré-

partition du potentiel de production, selon le critère des marges bénéficiaires, doit s'opérer afin de réaliser l'ajustement des quantités produites aux exigences des marchés.



Si G = H, la marge de manoeuvre est nulle, c'est le cas de la première approche envisagée; au contraire, si G = 0 et H tend vers ∞ , la marge de manoeuvre est absolue à l'égard des marchés et des stocks, la quantité à produire (X) n'est plus limitée que par la capacité de production

$$A.X \leq D$$

ce qui entraîne $\max X = \min \left(\frac{D}{A}\right)$

Cette contrainte est naturellement aussi présente dans le système à marges de manoeuvre non-extrêmes;trois cas peuvent être observés (pour un produit j);

$$a)\ \max x_j > h_j$$

b) $g_j \leq \max x_j \leq h_j$

c) $\max x_j < g_j$

Dans le cas a), la valeur maximale de x_j est ramenée autoritairement au niveau de h_j, contrainte plus restrictive; dans le cas b), x_j est plus restrictif, h_j est sans effet; dans le cas c), $\max x_j$ est hissé au niveau de g_j, ce qui provoque un dépassement de la capacité normale de production, impliquant un ajustement des valeurs de D et des coûts relatifs supplémentaires.

Le système de contraintes complet peut s'exprimer maintenant ainsi :

$$\begin{cases} A.X \leq D \\ G \leq X \leq H \qquad (G \leq H) \end{cases}$$

En désignant par C les marges bénéficiaires unitaires, on peut formuler le résultat d'exploitation (z), selon le graphique de la page 13, par la fonction

$$z = C\ (X - S + R)$$

L'analyse de la marge unitaire C montre qu'il ne peut s'agir que d'une marge brute, car les coûts fixes relatifs aux centres de charges (E) ne peuvent pas être incorporés puisque leur répartition dépend du facteur inconnu des quantités à produire X. La marge brute s'exprime par la relation

$$C = W - K - (A.F)$$

qui ne fait intervenir que les coûts variables.

Ce concept de la marge brute est la clé de voûte de la technique du DIRECT COSTING (*1).

Incidemment, les prix de vente W ne peuvent pas être dérivés des prix de revient unitaires, puisque seule la partie variable de ceux-ci peut être calculée. Ils ne peuvent donc être que des prix de vente issus de marchés (*2), ce qui corrobore parfaitement la définition du type d'entreprise auquel la construction de ce modèle est soumise.

En se rappelant que l'objectif poursuivi consiste à rechercher la valeur maximale du résultat d'exploitation z, il faut trouver les valeurs de X qui satisfont cette exigence, dans l'intervalle limité par le système connu de contraintes. Cette formulation du problème est appelée PROGRAMMATION LINEAIRE (*3) par les mathématiciens, (linéaire parce que la fonction z, dite fonction objective, est linéaire).

---

1) P. Bord et O. Bruel, la fixation du prix de vente des produits industriels,
Les Editions d'organisation, 1972

2) G. de Bodt, Direct Costing, Profit Planning,
Dunod, 1974

3) M. Simonnard, programmation linéaire,
Dunod, 1972

Le calcul des valeurs de X, dont l'ensemble est appelé programme, est effectué par l'application de l'algorithme du simplexe. Comme la réalité économique impose la résolution de problèmes comportant un grand nombre de produits et un grand nombre de centres de charges, l'algorithme du SIMPLEXE REVISE (*1) a été choisi lors de la programmation du traitement automatique du modèle, car il permet de diminuer sensiblement le nombre d'opérations arithmétiques.

Connaissant les quantités à produire X, il est possible de calculer les marges unitaires nettes (CN) en incorporant les coûts fixes E et L

$$CN = C - \frac{E}{A.X} - \frac{L}{X}$$

A partir de là, le compte d'exploitation prévisionnel peut être dressé le plus classiquement.

Autour de l'algorithme du simplexe gravitent des méthodes de calcul, regroupées sous le nom d'analyse de sensibilité, qui permettent de mesurer directement l'incidence de la variation d'un élément sur le programme optimal. L'analyse de la sensibilité des variables X a étendu la portée du modèle décrit en offrant la possibilité d'introduire un résultat d'exploitation comme objectif, sous forme de paramètre.

---

1) M. Simonnard, programmation linéaire, fondements,
Dunod,1972
p.74 à 89 et p. 96 § 4.10 et p. 92 § 4.6

L'objectif est donné en terme de résultat net, il faut donc au préalable le convertir sous forme de résultat brut :

$$r = \text{objectif} + (E.U1) + (L.U2)$$

(U1 et U2 = vecteurs unitaires)

Partant d'un programme linéaire optimal X, connu, on calcule le programme linéaire optimal X'

$$\begin{cases} A.X' \leq D \\ X' \geq 0 \end{cases}$$
$$\max z' = C.X'$$

identique au précédent, mais dans lequel les bornes sont G = 0 et H tend vers ∞ (marge de manoeuvre absolue). La comparaison de X et de X' met en évidence les éléments de X qui ont été forcés au niveau des bornes. Si $z < r < z'$, on obtient un nouveau programme optimal X'', satisfaisant l'objectif, en relâchant les éléments forcés de X (*1).

$$\begin{cases} A.X'' \leq D \\ r = C.X'' \\ X'' \geq 0 \end{cases}$$

---

1) M. Simonnard, programmation linéaire, fondements, Dunod, 1972, p. 163, § 7.10.1

$$\min \Delta G = X''-G \quad \text{ou} \quad \min \Delta H = X''- H$$

(Δ = relaxation)

Conjointement à cette relaxation des bornes, ou alors de façon propre, l'objectif peut être atteint par une modification des prix de vente (W). On sait que W est un composant des marges brutes C et que C est le critère qui permet de sélectionner le programme optimal X dans l'espace imparti par les contraintes. La manipulation des prix de vente, sans égard à la proportionnalité qui existe entre eux, risque donc de modifier l'ordre des critères, ce qui, par conséquent, ne garantit pas l'optimalité du programme X. Mais X reste optimal si l'on prend soin de modifier les prix de vente dans une même proportion

$$W' = W + W \frac{r-z}{X.W}$$

Remarquons que X restera toutefois optimal si une certaine distorsion de la proportionnalité n'a pas d'incidence sur l'ordre des critères. Plus cette distorsion-limite est grande, plus le modèle est dit stable (par rapport à C). Cette stabilité relative peut être contrôlée par une analyse de sensibilité (*1). Or, la stabilité est le facteur qui contribue le plus à assurer la crédibilité des résultats acquis,

---

1) M. Simonnard, programmation linéaire, fondements,
Dunod, 1972
p. 162, § 7.9

(démontré au cour du chapitre suivant). Il est par conséquent délicat de modifier les prix de vente selon des proportions qui ne respectent pas leur rapport, dans l'intervalle-limite, puisque ceci dégrade la stabilité du programme optimal.

5 Fiabilité et limite du calculateur proposé

Le calculateur décrit est vulnérable à quatre égards :

- Lorsqu'une petite variation d'une donnée provoque la sélection d'un programme optimal différent, le modèle est dit instable.

Construire un compte d'exploitation prévisionnel à partir d'un programme instable est une gageure, puisque les données sont des estimations que la réalité infirmera à coup sûr, si faiblement soit-il ! Il convient donc d'observer avec vigilance la sensibilité du modèle par rapport aux variables, notamment C et D, qui sont les principales sources de biais.

- La programmation linéaire néglige l'ordonnancement des opérations de production imposé par la technique de fabrication utilisée.

Ces opérations sont traitées comme si elles pouvaient intervenir dans un ordre quelconque, au gré de la disponibilité des postes de travail. Or la distribution dans le temps du programme optimal de production (X), tenant compte de l'ordonnancement des opérations relatives à chaque produit, laisse apparaître des temps morts à certains postes de travail. Ce phénomène est d'autant plus prononcé que le planning de production est directement lié à la demande, sans l'intermédiaire de stocks, puisque l'obligation de la satisfaire limite, plus restrictivement

encore, les combinaisons de production simultanée. Il s'ensuit que le programme optimal calculé peut être trop ambitieux à l'égard des capacités de traitement réellement disponibles.

- On peut affirmer que la taille de l'entreprise à laquelle on applique le modèle influence la fiabilité du calculateur.

Si l'on mesure cette taille par le produit (m x n)(m étant le nombre de produits composant la gamme fabriquée et n le nombre de centres de charges), il existe une dimension au-delà de laquelle apparaît une altération sensible des résultats calculés. Lorsque m et n croissent, le nombre de données relatives au produits et aux centres de charges se multiplie dans la même mesure. Dans ces conditions, la détermination du programme optimal par l'algorithme du simplexe exige un plus grand nombre d'itérations, ce qui amplifie la répercussion, cumulée dans le programme obtenu, de la petite erreur de mesure ou d'estimation de chaque donnée numérique. A la fin du processus de calcul, la concentration de l'erreur peut être massive !

- L'effet de l'optimalisation sur la fonction objective est d'autant plus grand que la marge de manoeuvre de l'entreprise est grande.

Cette relation a déjà été exposée, cependant il faut constater, dans le cadre de ces critiques, que les entreprises considérées, telles qu'elles ont été définies au cours du chapitre 3, n'ont pas les mains libres face à leurs clients et leurs concurrents sur le plan de la gamme des produits vendus et des prix. Il existe, par

exemple, des produits qui ne sont pas "rentables", selon les critères de la programmation linéaire, mais qui ont une fonction commerciale importante, qui justifie seule leur fabrication. Se démarquer de cette dépendance est difficile; c'est dire si la marge de manoeuvre idéale est compromise !

Une critique exhaustive du calculateur devrait encore mentionner le risque de dégénérescence du programme calculé qui provoque le phénomène de cyclage (*1). Ce problème n'est pas particulièrement aigu dans cette application de l'algorithme du simplexe, aussi est-il hors de propos de le développer.

L'examen de ces faiblesses met en évidence l'imperfection du calculateur. Si l'on met en regard de ces insuffisances, les restrictions faites aux éléments du modèle, on constate que les unes supportent les autres, puisqu'elles s'accordent a réaliser une qualité uniforme de la représentativité du modèle. Tolérer un décalage, c'est, par analogie, approuver l'ingénieur qui construit un engrenage au moyen d'un pignon d'acier et d'un pignon de bois; l'efficacité d'un tel dispositif coïncidera forcément avec celle du plus faible élément. Il n'est pas injustifié, je pense, de transposer cette dernière constatation au domaine des modèles mathématiques.

---

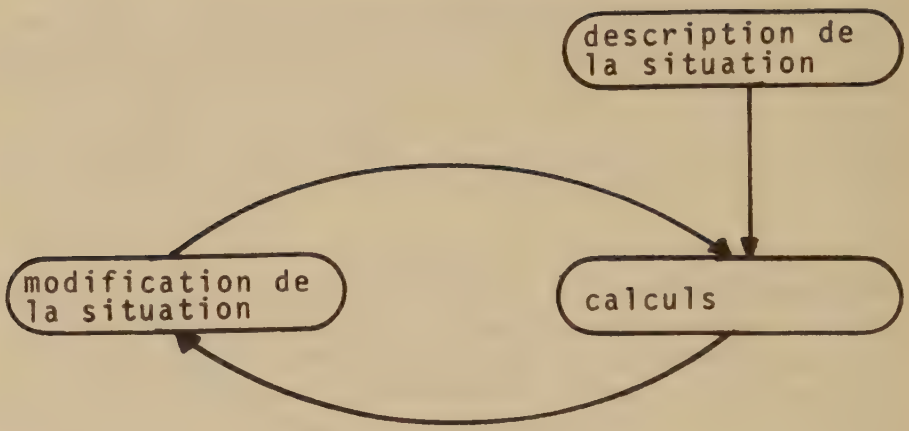
1) M. Simonnard, programmation linéaire, fondements,
Dunod, 1972
p. 66, § 3.5

6 L'instrument informatique est piloté par un programme

Nous savons que le rôle de cet instrument est de fournir des éléments d'information à un système d'aide à la prise de décisions. Par décision, j'entends le fait de rendre exécutoire une action, encore virtuelle, imaginée pour faire face à une situation. Considéré sous cet angle, "ne rien faire" est aussi une action ! Une situation peut impliquer impérativement une action, mais peut conduire à une alternative, ou laisser un choix plus grand.

La contribution de MTMC consiste à simuler, puis à mesurer les effets, au niveau du compte d'exploitation, de modifications qui constituent l'objet de l'action analysée. La portée de ces objets est l'ensemble des composants du modèle, tels qu'ils ont été identifiés au cours du chapitre précédent.

Le principe même de cette mesure repose sur la confrontation de deux comptes d'exploitation prévisionnels, calculés de façon identique, mais dont les données numériques de l'un reflètent les modifications qu'implique la décision. Le fondement syntaxique de la programmation de l'instrument dérive de ce principe de mesure. Il fait apparaître des tâches descriptives et des tâches opérationnelles.



Nous avons vu, au cours du premier chapitre, consacré à la définition du concept d'instrument, que celui-ci est dit informatique parce qu'il met à la disposition de l'utilisateur des procédures automatiques de calcul. Chaque procédure est conçue pour prendre en charge une tâche, considérée comme une entité élémentaire du modèle mathématique. Par la faculté d'être programmé, MTMC se donne les moyens de réaliser plusieurs types de mesures, sur des objets différents, en disposant, de façon spécifique dans chaque cas, des mêmes modules automatiques de travail.

MTMC dispose de procédures de calcul :

C1 : son rôle est de calculer les bornes inférieures et supérieures G et H;

C2 : sa fonction est de contrôler si les productions minimales définies par les bornes G sont compatibles avec les capacités de production (A.G = D). Lorsqu'elle détecte

un dépassement, elle calcule le complément nécessaire et crée un signal à l'égard des procédures concernées par les coûts de production;

C3 : est chargée de calculer les marges brutes;

C4 : calcule le programme optimal par l'algorithme du simplexe revisé; les bornes inférieures sont introduites par translations d'axes; un algorithme dit de substitution permet de tenir compte des bornes supérieures.

Il était essentiel, pour pouvoir effectuer les mesures dont il était question au début du chapitre, que l'algorithme d'optimalisation ne transforme pas les données au cours des calculs, à cet égard, la version revisée de l'algorithme du simplexe convient parfaitement;

C5 : calcule la relaxation des bornes lorsqu'un objectif est donné;

C6 : analyse la sensibilité du programme optimal par rapport aux marges brutes;

C7 : calcule la modification du programme X relative à un changement de valeur des marges brutes;

C8 : analyse la sensibilité du programme optimal par rapport aux capacités D;

C9 : calcule la modification du programme X relative à un changement de valeur des capacités D;

Il faut remarquer qu'il existe, sur le marché, des "produits software" automatisant les calculs de programmation linéaire, en particulier

le - MPSX/370 - développé par IBM (*1), qui offre toutes les analyses de sensibilité, les analyses post-optimales et la paramétrisation. Sur le plan de la sécurité, des performances et de la facilité, il aurait été intéressant d'utiliser MPSX/370 pour construire MTMC. Cependant,si MTMC possède ses propres procédures (C4 à C9), c'est dans l'idée qu'une entreprise qui développe un tel instrument n'acquiert pas un produit software s'il ne doit satisfaire que les seuls besoins de celui-ci. Une entreprise peut encore vouloir affranchir un instrument de management des servitudes du système d'exploitation auquel il est confié, qui sont provoquées par la nécessité de la connexion entre MTMC et le software utilisé. L'option prise ici n'est pas péremptoire, elle met seulement en évidence de façon pratique un problème relatif aux méthodes de travail.

C10 : est chargée de répartir les coûts fixes par centre de charges, de calculer les marges unitaires nettes et de former le compte d'exploitation prévisionnel;

C11 : calcule l'occupation réelle et le coût global, par unité de capacité, supporté par les centres de charges;

C12 : permet d'introduire un objectif après l'avoir converti en terme de résultat brut d'exploitation.

---

1) IBM Program Product,Mathematical Programming System Extended /370,Extended Control Language: Primer rèf. GH 19-1091
IBM Corporation, 1975

MTMC dispose de procédures d'édition :

E1 : prend en charge l'édition des comptes d'exploitation;

E2 prend en charge l'édition du contrôle des coûts des centres de charges;

E3 : prend en charge l'édition des résultats de l'analyse de sensibilité relative aux marges brutes;

E4 : prend en charge l'édition des résultats de l'analyse de sensibilité relative aux capacités D.

MTMC dispose de procédures d'entrée des données :

I1 à I12 : ces modules sont chargés de lire les données et de les organiser sous forme de vecteurs selon le schéma de la page 36. Ils permettent aussi d'introduire des modifications des valeurs numériques.

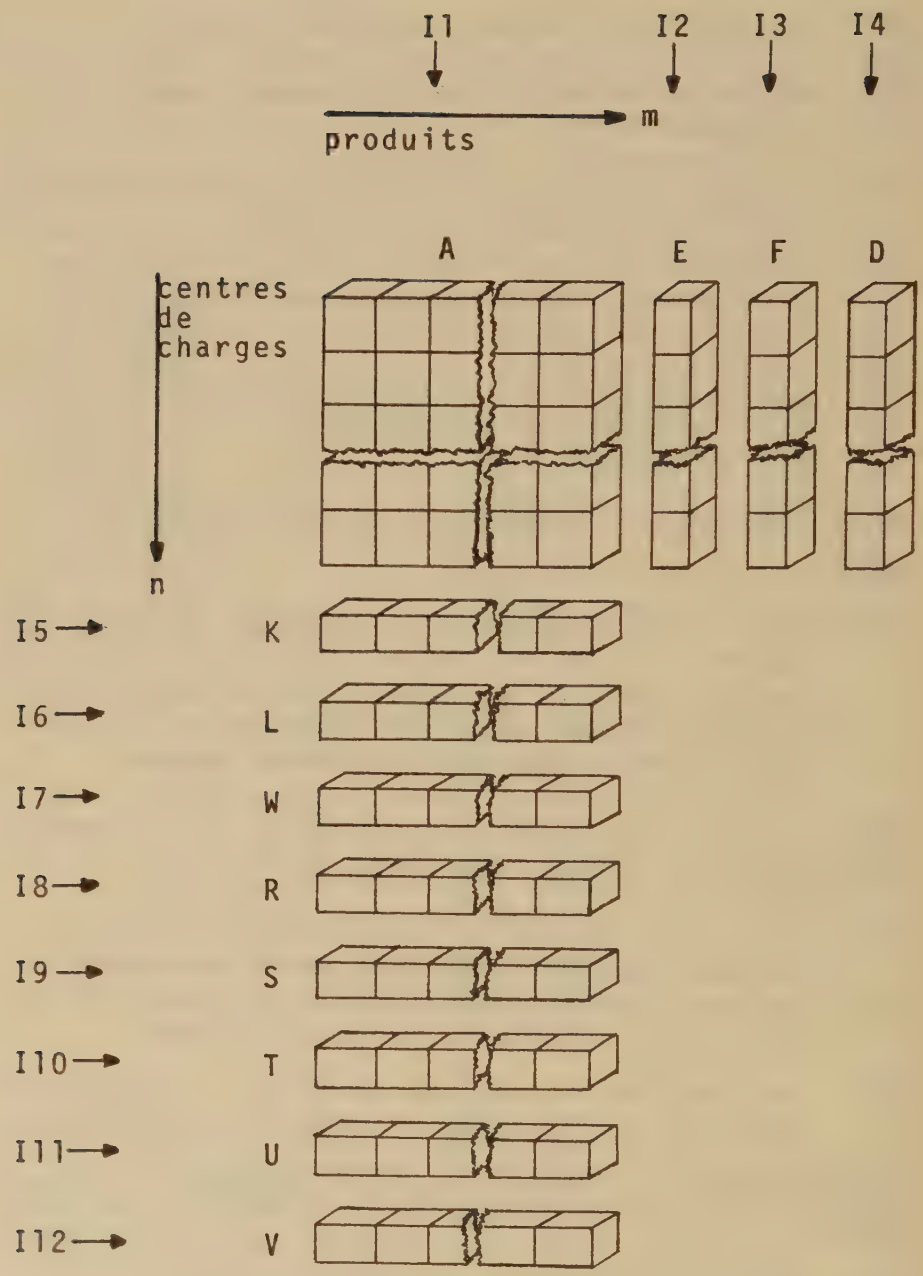
MTMC dispose de procédures d'accès à un fichier placé sur un support périphérique :

S1 : permet de placer l'ensemble des données sur un fichier externe, pour les sauver, lorsque l'utilisateur effectue des modifications temporaires;

S2 : réorganise en mémoire centrale les données stockées par S1 sur le support externe.

MTMC dispose de procédures de gestion de la mémoire :

M1 : alloue un espace en mémoire nécessaire à


I1
I2
I3
I4
m
produits
A
E
F
D
centres
de
charges
n
I5
K
I6
L
I7
W
I8
R
I9
S
I10
T
I11
U
I12
V

l'ensemble des vecteurs, selon les spécifications données par les paramètres m et n; affecte à chaque variable une valeur initiale égale à zéro (ou simulant l'infini pour le vecteur U);

M2 : libère cet espace de mémoire.

MTMC dispose de procédures de gestion d'une table de décisions :

T1 : lorsqu'une modification de valeurs intervient dans un vecteur, ce module enregistre l'objet de cette modification;

T2 : permet de déterminer, en fonction des objets touchés par les modifications, l'algorithme de calcul optimal qui adapte le compte d'exploitation aux nouvelles conditions imposées.

Une phase de la résolution d'un problème, pensée en notions économiques, peut recouvrir une tâche complexe dont l'exécution fait appel à une combinaison d'opérations élémentaires, telles qu'elles viennent d'être définies.

Pour pré-programmer ces tâches complexes, il a été nécessaire de créer des modules de commande dont la fonction est de décrire la séquence des procédures de travail mises en oeuvre et de préparer leur intervention dans ce contexte spécifique. Plusieurs modules de commande peuvent recourir au service de la même procédure de travail.

Voici la description de ces modules de commande :

- la description de modifications apportées aux valeurs des variables contenues dans un vecteur est une tâche complexe, réalisée par un module de commande qui organise l'intervention des procédures T1 et Ix, la valeur de x dépendant de l'objet de la modification :

$$F1 \text{ à } F12 = \{T1, Ix\} \qquad x = \{1 \text{ à } 12\}$$

- construction d'un compte d'exploitation prévisionnel, cas général :

$$F13 = \{C1, C2, F14 = \{C3, C4, F15 = \{C10, E1\}\}\}$$

F14 est un sous-ensemble de F13 qui permet de créer un compte d'exploitation sans tenir compte des bornes G et H. Au point de vue programmation, F14 et F15 sont des "points d'entrée" dans la procédure F13.

- il faut examiner à part le cas d'un compte d'exploitation reconstruit après l'introduction de modifications de données, car il peut être avantageux de transformer seulement la solution précédente, sans exécuter à nouveau tous les calculs :

$$F16 = \{T2, Fx\}$$

la valeur de x est calculée par T2, conçu pour consulter la table de décisions suivante - les composants du modèle, objets de modifications, sont regroupés selon l'incidence de ces dernières sur les éléments calculés - :

		G/H	C	X	CN	⟹
1	T,U,V,R,S	1	1	1	1	F13
2	A,F,K,W	0	1	1	1	F17 = {C3,C7,F15}
3	D	0	0	1	1	F18 = {C9,F15}
4	E,L	0	0	0	1	F15

Lorsque les modifications portent sur plus d'un groupe d'objets, T2 assimile cette situation au cas général, résolu par F13. En Effet, vouloir traiter spécifiquement les combinaisons qu'offrent ces quatre groupes conduit, d'une part à une multiplication irrationnelle des modules de commande, et d'autre part à une grande complexité de ceux-ci. L'option prise est critiquable sur le plan théorique, mais elle renforce le caractère pragmatique de MTMC, souhaité dans le cahier des charges, en apportant un allégement considérable de l'effort lors de la conception et de la réalisation.

En fait trois combinaisons - deux à deux- peuvent être ramenées aux traitements de F13, F17 et F18 car le groupe 4 ne provoque pas de modifications du programme optimal X.

	1	2	3	4	
1				*	F13
2				*	F17
3				*	F18
4					

Pour cette raison T2 discerne ces exceptions.

- Contrôle des coûts supportés par un centre de charges, après répartition des coûts fixes E, puis E et L :

$F19 = \{C11, E2\}$

- Analyse de sensibilité du programme optimal X par rapport aux marges brutes C :

$F20 = \{C6, E3\}$

- Analyse de sensibilité du programme optimal X par rapport aux capacités D :

$F21 = \{C8, E4\}$

- Modification d'un compte d'exploitation en fonction d'un résultat net à atteindre par relaxation des bornes G ou H :

$F22 = \{F14, C12, C5, F15\}$

A la table de décisions gérée par T2 s'ajoute la ligne suivante :

	r	C	X'	CN'	
Objectif	1	0	0	0	$F23 = \{C12, C5, F15\}$

Lorsqu'interviennent des modifications portant sur les groupes de variables 2, 3 et 4, le calcul du programme-limite X', sans bornes, est exécuté à nouveau entièrement. En effet, les calculs de post-optimalisation requièreraient

alors la conservation en mémoire centrale d'une deuxième matrice inverse de la base, de dimension (n x n), désignée par B^{-1} dans (*1), ce qui est prohibitif dans l'optique d'une exploitation réaliste, objet d'un compromis obligatoire entre deux facteurs liés, qui sont la rapidité du calcul et l'espace de mémoire utilisé.

- Modification d'un compte d'exploitation en fonction d'un résultat net à atteindre par manipulation des prix de vente :

F24 = {C12, F15}

Le calcul des prix de vente W' n'est pas délégué à un module de travail, mais est exécuté directement par F24, puisque c'est le seul cas dans lequel cette opération entre en jeu.

L'information fournie par ces deux derniers modules, considérée isolément, ne reflète pas des situations réelles, car l'étau de la marge de manoeuvre, dans un cas, et l'impératif des prix des marchés, dans l'autre, sont transgressés arbitrairement. Cependant, la valeur de cette information est grande lorsqu'elle sert d'étalon de mesure. En définissant "la situation déduite d'un résultat donné", elle forme un référentiel qui permet de déterminer l'altéraque subit l'objectif lorsque les éléments relaxés sont ramenés à la limite, ou dans la

---

1) M. Simonnard, programmation linéaire, fondements,
Dunod, 1972
p. 74 à 89

zone des concessions que l'entreprise peut assumer, face aux exigences commerciales. Ces calculs prennent tout leur sens quand l'objectif est issu d'un plan de niveau stratégique, c'est à dire lorsque le résultat d'exploitation est considéré comme un facteur du plan de financement de l'entreprise.

- Construction d'un compte d'exploitation sans optimalisation :

$F25 = \{C2, F15\}$

Ce module offre à l'utilisateur la possibilité de se libérer du calcul du programme X, en permettant d'introduire celui-ci comme une donnée. Il peut créer, par ce biais, un référentiel qui est opposé aux autres types de construction par le fait que c'est la configuration du programme, et non pas la description de la situation ni l'objectif,qui est la source des flux comptables.

Ce cheminement, que j'appellerai SIMULATION pour le distinguer de l'optimalisation, est intéressant lorsqu'une modification de la situation survient en cours de période, et qu'il n'est plus possible d'ajuster parfaitement la suite du plan de production arrêté, pour sauvegarder son caractère optimal à l'égard des nouvelles conditions.

Il faut constater à ce propos que, dans le contexte d'une production de série, la rigidité du plan est d'autant plus grande que le processus de fabrication est long, que les stocks sont faibles, que l'entreprise a accepté des commandes à longue échéance, et qu'elle a acheté des pièces ou des matières premières en fonction du plan initial.

Les modules de travail et de commande ont été programmés en PL/1 (*1). La syntaxe évoluée de ce langage (*2) permet d'accéder à un mode de programmation structuré (*3). Ce mode conduit à une segmentation du programme en blocs, dont l'autonomie doit être assurée, afin que leur construction individuelle ne doive pas préjuger de leur assemblage. Ceci implique, sur le plan de la technique de programmation, d'une part la manipulation de la portée des identificateurs et des classes de mémoire associées, et d'autre part, la formulation systématique des propositions logiques, sans les décomposer, au moyen des relations conjonctives, disjonctives et conditionnelles de la logique formelle.

Cette méthode de travail est un facteur capital lorsqu'un projet tel que MTMC est réalisé - par une équipe en particulier - car elle permet une élaboration de type " top-down " (*4). Ce processus de développement est issu de l'idée qui

---

1) IBM Program Product, PL/1 Optimizing Compiler : Language Reference Manual,
IBM Corporation, 1972, 3rd edition

2) B. Higman, étude comparative des langages de programmation,
Dunod, 1973,
p. 53 à 71, (structure formelle des langages)

3) E. Dijkstra, O.J. Dahl, C.A.R. Hoare,
Structured Programming,
Academic Press, 1972

4) J.D. Aron, The Program Development Process,
Addison Wesley,
Part 1,1974, Part 2,à paraître

consiste à élaborer la superstructure avant les parties élémentaires, puisque c'est le langage qui engendre, en fait, les opérations de calcul. En effet, la vocation première de MTMC est de servir de relais entre le raisonnement économique et les moyens de calcul. Il est donc nécessaire de garantir l'indépendance du langage à l'égard des moyens qu'il met en oeuvre, afin qu'il remplisse pleinement son rôle envers l'utilisat eur. Il serait absurde, par contre, de développer l'instrument en faisant dépendre sa fonction essentielle de la manière dont les calculs sont programmés.

L'instrument est dégagé des entraves que créerait la nécessité, dans une conception traditionnelle, de formuler les opérations avant de programmer la manière dont elles seront mises en oeuvre. Cette méthode de travail a permis, par exemple, de n'aborder qu'au stade des modules de commande, les opérations indispensables, mais secondaires, de gestion des résultats intermédiaires, fournis par les modules de travail. Cette faculté permet, incidemment, d'ajouter ou de substituer des modules sans que l'organisation de l'instrument soit affectée.

7 Le programme est formulé dans un langage de gestion

Pour soumettre un programme à MTMC, il faut pouvoir manipuler un langage. Pour sélectionner et mettre en oeuvre les modules, selon la séquence voulue, il faut l'assistance d'un dispositif qui analyse le programme soumis, formulé dans ce langage, puis crée les instructions nécessaires pour déclencher l'action des modules choisis. Par analogie au traitement des langages informatiques universels, j'adopterai le terme de COMPILATEUR pour désigner ce dispositif, car il en a toutes les fonctions. Certes, les techniques auxquelles il recourt sont différentes et sa capacité est négligeable.

Le langage proposé est composé d'un certain nombre d'éléments; convenons de les appeler PROPOSITIONS, par analogie au rôle que celles-ci jouent dans les langues naturelles. Les propositions résultent du découpage, pensé en termes de gestion, des problèmes que MTMC a la faculté de résoudre. Or cette analyse ne se superpose pas entièrement au découpage des tâches en modules, bien qu'en vertu de l'élaboration "bottom-up", la création des modules ait précédé celle du langage. La conception indépendante du langage lui assure, en effet, une forme plus familière, quoique peu sophistiquée et un nombre raisonnable de propositions : il est "orienté" vers l'utilisateur.

La structure de ce langage dérive (toutes proportions gardées !) de celle des langues dites isolantes. La linguistique regroupe dans cette classe, les langues dont les rapports grammaticaux ne sont marqués que par la place des mots dans la phrase. On sait que l'analyse grammaticale permet de compléter le sens du mot dans son contexte, en précisant s'il est, par exemple, sujet ou objet. Ainsi - chien, sujet d'une action - et - chien, objet d'une action - évoquent deux idées différentes. La référence à l'une ou à l'autre idée est déterminée, dans les langues isolantes, par la position qu'occupe le mot, donc, en dernière analyse, par les mots qui le précèdent.

Appliquée au langage que je propose, cette caractéristique offre la faculté d'associer virtuellement les actions de plusieurs modules à chaque proposition, et d'en sélectionner une selon le contexte qui précède cette proposition.

Il faut remarquer d'emblée qu'une importante partie de ce travail de sélection a déjà été attribuée à un module de gestion d'une table de décisions (F16). Certes, il aurait été plus élégant que le langage endosse cette responsabilité complète. On verra cependant que l'élaboration du compilateur aurait dû faire appel à une technique d'analyse complexe pour assurer la fonction entière. Or la fiabilité trop relative du modèle piloté par ce langage ne peut pas justifier une intervention aussi raffinée de l'informatique, aussi ai-je adopté, pour tirer d'elle une même puissance, une solution mixte. Hormis cet argument majeur, le postulat de simplicité sur lequel est fondée la cons-

truction de MTMC confirme ce choix. En outre, il ne faut pas oublier la contribution au soulagement de la charge du compilateur, des modules de commande qui présélectionnent les modules de travail.

Voici la liste des propositions du langage (PROPLIST), auxquelles sont adjoints les modules correspondants :

Propositions descriptives

1	description de la situation	{M1}
2	restructuration de la situation	{M2}
3	protection de la situation	{S1}
4	restitution de la situation protégée	{S2}
5	modification de la situation	
6	mesure des opérations de production	{I1,F1}
7	coûts fixes imputés aux centres de charges	{I2,F2}
8	coûts variables unitaires d'exploitation	{I3,F3}
9	capacités de traitement des centres de charges	{I4,F4}
10	coûts imputés directement aux unités de produits	{I5,F5}
11	coûts indirects imputés à l'ensemble de chaque production	{I6,F6}

12 prix de vente unitaires moyens des produits {I7,F7}

13 états des stocks de produits finis {I8,F8}

14 niveaux des stocks de produits finis désirés {I9,F9}

15 quantités minimales absorbables par les marchés {I10,F10}

16 quantités maximales absorbables par les marchés {I11,F11}

17 quantités engagées {I12,F12}

Propositions opérationnelles

18 configuration de la meilleure exploitation de la situation {F13,F16}

19 enquête sur les centres de charges {F19}

20 enquête sur les marges bénéficiaires brutes {F20}

21 enquête sur les capacités de traitement {F21}

22 correction de la marge de manoeuvre en fonction d'un objectif {F22,F16}

23 correction des prix de vente en fonction d'un objectif {F24}

24 configuration de l'exploitation selon le programme arrêté {F25}

J'appelerai "proposition équivoque", celle à laquelle deux modules sont attachés et "proposition univoque" celle à laquelle un module est affecté.

La répartition des tâches de sélection entre la table de décisions et le compilateur permet de ne confier à l'analyse syntaxique que celle qui consiste à différencier l'apparition des propositions équivoques selon deux occurrences :

- elles suivent la description de la situation ou
- elles suivent la modification de la situation.

Ces occurrences sont enoncées dans un programme par les propositions 1 et 5.

	6 à 17	18	22
1	Ix	F13	F22
5	Fx	F16	F16

x = {1 à 12}

Pour mener à bien cette phase d'analyse, le compilateur dispose d'un index des propositions (PROPINDEX)et, symétriquement, d'un index des modules correspondants (MODULINDEX). L'ordonnancement des propositions de cette table découle du fondement syntaxique de la programmation (schématisé à la page 32). En effet, tout programme soumis au compilateur peut être ramené à ce cheminement de base, si bien qu'en

organisant l'index selon une séquence qui le reproduit, le caractère discriminatoire des occurrences est explicité. L'index est partagé en deux segments imaginaires, correspondant aux deux occurrences.

2	4	1	6 à 17	18	19	20	21	22	23	24
M2	S2	M1	I1 à I12	F13	F19	F20	F21	F22	F24	F25

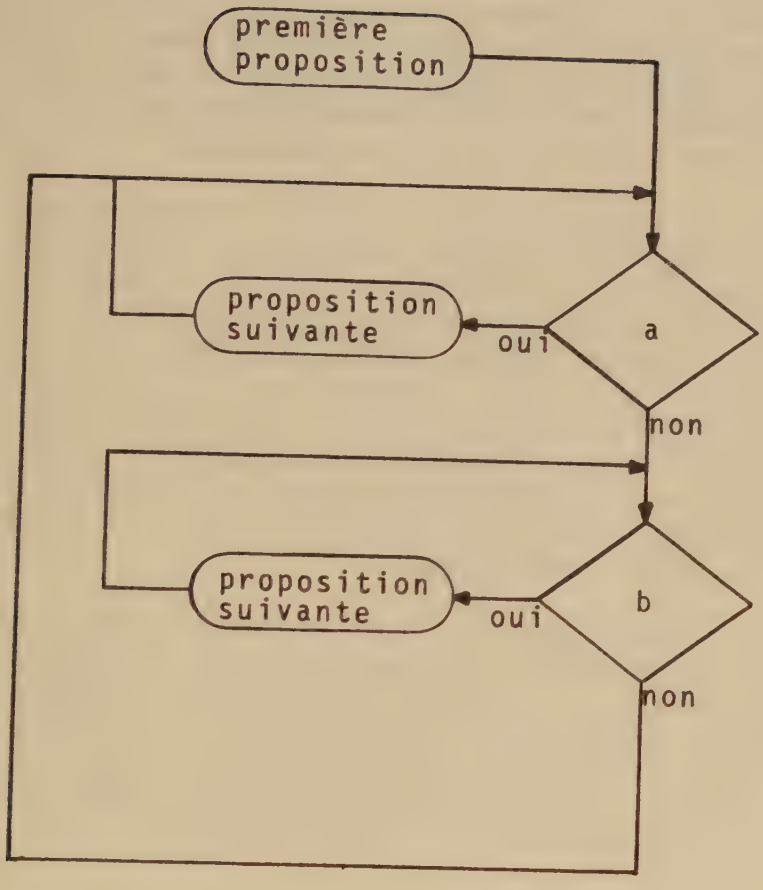
3	5	6 à 17	18	19	20	21	22	23	24
S1		F1 à F12	F16	F19	F20	F21	F16	F24	F25

L'algorithme de recherche dans l'index repose sur le principe qu'une proposition est d'abord cherchée dans le segment qui contient la précédente. De cette façon, le passage à l'autre segment n'est provoqué que par l'apparition d'une proposition qui introduit une nouvelle occurrence :

Dans l'organigramme suivant, a et b correspondent aux questions

a) la proposition soumise se trouve-t-elle dans le premier segment ?

b) la proposition soumise se trouve-t-elle dans le second segment ?



L'inconvénient de cette méthode d'analyse est la redondance des propositions univoques. Elle est supportable lorsqu'il y a deux occurrences, elle serait abusive si les cinq occurrences, prises en charge par la table de décisions, devaient être incorporées dans l'index.

Lorsque la proposition est repérée dans l'index,

le compilateur crée une référence du module placé en regard, qui permettra de déclencher son action lors de l'exécution même du programme. A cet effet, le compilateur construit un vecteur (INSTR) aux éléments duquel il affecte le nom des modules sélectionnés.

Il est nécessaire de révéler, à ce stade, que les modules ont été programmés sous forme de "procedure subroutines", selon la terminologie de PL/1. Une "procedure subroutine" est identifiée par une valeur alphanumérique de type "entry" (*1). Une valeur de ce type peut être contenue dans une variable de type "entry variable" (*2). Remarquons en passant, que ce type de variable est propre à PL/1; (un langage de même niveau, tel que "Pascal" (*3) n'offre pas cette commodité).

Les références des modules sont donc codées en une séquence de valeurs de type "entry". Cette séquence est enregistrée dans un vecteur de type "entry variable" (INSTR). Le programme est maintenant codé en PL/1; il est indépendant de l'index,dont la place en mémoire peut être mise à disposition d'une autre tâche.

---

1) IBM Program Product, PL/1 Optimizing Compiler : Language Reference Manual,
IBM Corporation, 1972, 3rd edition
p. 32, (Entry Data)

2) Ibid., p. 32 (Entry Data)

3) N. Wirth, Pascal User Manual and Report,
Springer Verlag, 1975, 2nd edition

Après la phase de compilation, le contrôle des opérations passe à la phase d'exécution. Pour déclencher l'action des modules, il suffit de faire référence à chaque élément du vecteur INSTR dans une instruction classique "d'appel de subroutine".

8 Structure et exploitation de l'instrument informatique

La programmation de MTMC comporte dix phases :

1 définition du langage ;

2 définition des variables utilitaires d'exploitation de MTMC ;

3 définition des variables du modèle ;

4 définition de variables utilitaires de calcul;

5 analyse du mot de passe permettant l'utilisation de MTMC aux seules personnes autorisées ;

6 lecture du programme de l'utilisateur ;

7 compilation du programme soumis, détection des erreurs et édition de messages à l'intention de l'utilisateur ;

8 instructions d'exécution du programme compilé ;

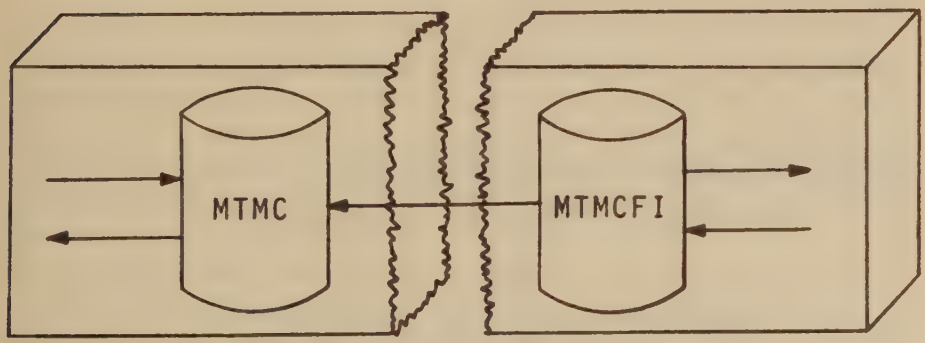
9 modules de travail ;

10 modules de commande.

Ces dix éléments sont regroupés dans une "main procedure" selon la terminologie de PL/1 : cela signifie qu'ils forment un programme susceptible d'être compilé. Le programme en "langage machine" qui résulte de cette opération devient alors indépendant du langage d'élaboration PL/1. Incidemment, le compilateur de MTMC pourra transcrire de façon directe le

langage de gestion en langage machine. C'est en fait à ce stade que ce dispositif devient un compilateur proprement dit.

MTMC est prévu pour être exploité classiquement "par lot" (batch processing) à partir d'un terminal. Pour alléger la manipulation des données lors de l'utilisation de l'instrument, celui-ci est connecté automatiquement à un fichier (MTMCFI), pré-enregistré, disponible de façon permanente, dans une mémoire périphérique. Il contient les données de base, c'est à dire celles relatives à la "description de la situation". Cependant, il n'est pas possible de créer et de modifier ce fichier par l'intermédiaire de MTMC car l'information de base mise à la disposition de l'instrument doit être fiable : elle doit être protégée contre les altérations issues d'une programmation faite au gré de la fantaisie de l'utilisateur.



Par la nature de la prestation qu'il offre, MTMC se prête mal à la programmation "conversationnelle", c'est pourquoi ce mode d'exploitation a été écarté. Il faut avoir à l'esprit, pour s'en rendre compte, que la portée d'une décision ne saute pas toujours aux yeux et que ses objets ne sont pas toujours directement mesurables dans les termes mêmes qu'impose la grille des vecteurs qui regroupe l'information du modèle. Par conséquent, c'est par une étude préalable que l'utilisateur doit déterminer, puis ramener à ce dénominateur toutes les implications de la décision analysée. Dans ces conditions, il n'est pas possible d'improviser un programme. De même, l'information fournie par MTMC est trop élaborée pour permettre une programmation récurrente (j'appelle par cette expression un processus de programmation conversationnel dont chaque étape serait choisie en fonction des résultats de la précédente). En effet, l'analyse des résultats est un travail d'interprétation délicat car ceux-ci sont éloignés des données de base et affectés de l'imperfection du modèle.

Choisir un mode conversationnel ne serait que céder à l'aspect spectaculaire de ce type d'exploitation. Sur le plan de la simplicité et des coûts, le mode conversationnel ne résiste pas non plus, d'ailleurs, à la critique comparative.

L'utilisation de MTMC est soumise à quelques règles régissant la façon de présenter un programme et d'introduire des données. La concision du manuel de l'utilisateur démontre clairement que mettre en euvre cet instrument n'est pas le privilège des seuls informaticiens!

-chaque proposition prend place, depuis la gauche, dans un champs de quatre-vingt positions,

-la première proposition d'un programme doit être constituée par le mot de passe,

-la dernière par le mot ARRET,

-les données doivent être présentées par vecteur, selon la séquence programmée. Ces groupes de données sont séparés par des points-virgules. Dans les groupes, les données sont placées dans un ordre quelconque, selon la forme suivante :

$$[\sqcup i \text{ et/ou } \sqcup j][\sqcup v][,]$$

$\sqcup$ = un espace,
i = indice des centres de charges,
j = indice des produits,
v = valeur numérique (précision décimale libre),

-les valeurs égales à zéro ou considérées comme infinies (variable V) ne doivent pas être introduites.

L'effort de programmation sous-jacent, aboutissant à ce résultat, est par contre considérable. Une version simplifiée de MTMC est proposée pour clore ce chapitre.

Enfin, sur le plan des performances de l'instrument informatique, les temps d'exécution des programmes soumis sont ceux que permet le

code-machine engendré par PL/1.

La place en mémoire centrale nécessaire pour contenir les données relatives à une application peut être calculée par la formule

$$\left[m\left(n + 8\right) + 3n\right] 4 \text{ octets}$$

(soit n+8 vecteurs de longueur m et 3 vecteurs de longueur n, chaque donnée numérique étant enregistrée dans un bloc de 4 octets(ou bytes)).

```
M1MC: PROCEDURE OPTIONS(MAIN);

/*************************************************/

/* DEFINITION DU LANGAGE */

DCL PROPLIST(24) CTL CHAR(80) INIT(
 'DESCRIPTION DE LA SITUATION
 'RESTRUCTURATION DE LA SITUATION
 'PROTECTION DE LA SITUATION
 'RESTITUTION DE LA SITUATION PROTEGEE
 'MODIFICATION DE LA SITUATION
 'MESURE DES OPERATIONS DE PRODUCTION
 'COUTS FIXES IMPUTES AUX CENTRES DE CHARGES
 'COUTS VARIABLES UNITAIRES D''EXPLOITATION
 'CAPACITES DE TRAITEMENT DES CENTRES DE CHARGE
 'COUTS IMPUTE DIRECTEMENT AUX UNITES DE PRODUI
 'COUTS INDIRECTS IMPUTES A L''ENSEMBLE DE CHAQ
 'PRIX DE VENTE UNITAIRES MOYENS DES PRODUITS
 'ETATS DES STOCKS DE PRODUITS FINIS
 'NIVEAUX DES STOCKS DE PRODUITS FINIS DESIRES
 'QUANTITES MINIMALES ABSORBABLES PAR LES MARCH
 'QUANTITES MAXIMALES ABSORBABLES PAR LES MARCH
 'QUANTITES ENGAGEES
 'CONFIGURATION DE LA MEILLEURE EXPLOITATION DE
 'ENQUETE SUR LES CENTRES DE CHARGES
 'ENQUETE SUR LES MARGES BRUTES
 'ENQUETE SUR LES CAPACITES DE TRAITEMENT
 'CORRECTION DE LA MARGE DE MANOEUVRE EN FONCTI
 'CORRECTION DES PRIX DE VENTE EN FONCTION D''U
 'CONFIGURATION DE L''EXPLOITATION SELON UN PRO

/* VARIABLES UTILITAIRES D'EXPLOITATION */

DCL PROPINDEX(43) CTL INIT(
     4,2,1,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,
     19,20,21,22,23,24,3,5,6,7,8,9,10,11,12,
     13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24);
DCL MODULINDEX(43) CTL ENTRY INIT(
     S2,M2,M1,I1,I2,I3,I4,I5,I6,I7,I8,I9,I10,
```

```
     I11,I12,F13,F19,F20,F21,F22,F24,F25,S1,T0,
     F1,F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,F10,F11,F12,
     F16,F19,F20,F21,F16,F24,F25);
DCL  PROGRAM(100) CTL CHAR(80);
DCL  INSTR(IX) CTL ENTRY VARIABLE;
DCL  PASSWORD CHAR(12);
DCL  CERBERE CHAR(12) INIT('DOSTOIEVSKI ');
DCL  END_PROGRAM CHAR(5) INIT('ARRET');
DCL  END_FILE CHAR(1);
DCL  FEED FILE VARIABLE STREAM INPUT;
DCL  MTMCFI FILE STREAM INPUT;
DCL  SEGMENT(4) CTL INIT(1,22,23,43);
DCL  PROGRAM_CHECK(IX) CTL BIT(1) INIT(
  ((IX)'1'B);
DCL  EXEC_SIGNAL(IX) CTL BIT(1) INIT(
  ((IX)'0'B);
DCL  MESSAGE(5) CHAR(41) INIT(
  'VOUS N''ETES PAS AUTORISE A UTILISER MTMC',
  'PROPOSITION INCORRECTEMENT POSEE          ',
  'PROGRAMME SOUMIS INEXECUTABLE             ',
  'FIN DE L''EXECUTION DU PROGRAMME SOUMIS   ',
  'DEPASSEMENT DES CAPACITES DE TRAITEMENT   ');

/* VARIABLES DU MODELE */

DCL  1 DATA1(M) CTL,
     2 A(N1),2 K,2 L,2 R,2 S,2 T,2 U,2 V,2 W;
DCL  1 DATA2(N) CTL,
     2 E,2 F,2 D;

/* VARIABLES UTILITAIRES DE CALCUL */

DCL  1 DATA3 CTL,
     2 X(M),2 G(M),2 H(M),2 C(M),
     2 HP(M),2 DP(N),2 B(N1,N1);
DCL  1 DATA4 CTL,
     2 CUVP(M),2 CUGP(M),2 XMNP(M),2 PART(M),
     2 CHAFF(M),2 VENTES(M),2 CUGCC(N),
     2 OCCUP(N),2 OCCUP_TAUX(N),2 E_REPART(N);
```

```
DCL 1 DATA5 CTL,
    2 DECI_TABLE(4,4) BIT(1),
    2 RESULT_MODIF(4) BIT(1) INIT((4)'0'B),
    2 MODUL_IMPLIC(4) ENTRY INIT(
      F13,F17,F18,F15);

/*------ ---------------------------------------*/

/* DEBUT TRAITEMENT PROGRAMME UTILISATEUR     */
/* ANALYSE DU MOT DE PASSE */

GET EDIT(PASSWORD)(SKIP,A(12));
IF CERBERE¬=PASSWORD THEN DO;
   PUT PAGE EDIT(MESSAGE(1))(X(5),A);
   STOP;
   END;

/* LECTURE ET EDITION DU PROGRAMME SOUMIS */

ELSE ALLOCATE PROGRAM;
GET EDIT(PROGRAM(1))(SKIP,A(80));
DO IX=2 TO 100 WHILE
(SUBSTR(PROGRAM(IX-1),1,5)¬=END_PROGRAM);
GET EDIT(PROGRAM(IX))(A(80));
END;
IX=IX-1;
PUT PAGE EDIT('M T M C'),(7)'*')
(2 (SKIP,X(5),A));
PUT SKIP(4)EDIT('PROGRAMME SOUMIS')(X(5),A);
PUT SKIP(3);
DO JX=1 TO IX;
PUT SKIP EDIT(JX,PROGRAM(JX))
(X(5),F(2),X(5),A);
END;

/* COMPILATION DU PROGRAMME SOUMIS */

ALLOCATE PROPLIST,PROPINDEX,MODULINDEX,INSTR,
SEGMENT,PROGRAM_CHECK,EXEC_SIGNAL;
SEG_START1=SEGMENT(1); SEG_END1=SEGMENT(2);
```

```
SEG_START2=SEGMENT(3); SEG_END2=SEGMENT(4);
DO JX=1 TO IX;
DO KX=SEG_START1 TO SEG_END1,
      SEG_START2 TO SEG_END2 WHILE
      (PROGRAM(JX)¬=PROPLIST(PROPINDEX(KX));
      END;
IF KX > SEG_END2 THEN GO TO NEXT;
ELSE INSTR(JX) = MODULINDEX(KX);
PROGRAM_CHECK(JX) = '0'B;
IF KX >= SEG_START2 THEN DO;
   SEG_START1=SEGMENT(3); SEG_END1=SEGMENT(4);
   SEG_START2=SEGMENT(1); SEG_END2=SEGMENT(2);
   END;
NEXT: END;
IF PROGRAM_CHECK ¬= EXEC_SIGNAL THEN DO;
   DO JX=1 TO IX;
   IF PROGRAM_CHECK(JX)='1'B THEN
   PUT SKIP EDIT(JX,MESSAGE(2))
   (X(5),F(2),X(5),A);
   END;
   PUT SKIP(2)EDIT(MESSAGE(3))(X(5),A);
   STOP;
   END;
FREE PROPLIST,PROPINDEX,MODULINDEX,
SEGMENT,PROGRAM_CHECK,EXEC_SIGNAL;

/* EXECUTION DU PROGRAMME SOUMIS */

DO JX=1 TO IX;
CALL INSTR(JX);
END;

/* FIN TRAITEMENT PROGRAMME UTILISATEUR      */

CANCEL:
PUT SKIP(3)EDIT(MESSAGE(4))(X(5),A);
STOP;

/*-------------------------------------------*/
```

```
/* MODULES DE TRAVAIL */

M1: PROCEDURE;
FEED = MTMCFI;
DIMENSION: ENTRY;
GET FILE (FEED) LIST(M);
GET FILE (FEED) EDIT(END_FILE)(A(1));
GET FILE (FEED) LIST(N);
GET FILE (FEED) EDIT(END_FILE)(A(1));
INITIALZ: ENTRY;
N1=N+1;
ALLOCATE DATA1,DATA2;
DATA1,DATA2=0;
V=9E6; /* SIMULE L'INFINI */
END M1;

M2: PROCEDURE;
FREE DATA1,DATA2;
FEED = SYSIN;
CALL DIMENSION;  /* POINT ENTREE M1 */
END M2;

S1: PROCEDURE;
OPEN FILE (SAVE) OUTPUT;
PUT FILE (SAVE) LIST(M,N,DATA1,DATA2);
CLOSE FILE (SAVE);
END S1;

S2: PROCEDURE;
FREE DATA1,DATA2;
OPEN FILE (SAVE) INPUT;
GET FILE (SAVE) LIST(M,N);
CALL INITIALZ; /* POINT ENTREE M1 */
GET FILE (SAVE) LIST(DATA1,DATA2);
CLOSE FILE (SAVE);
END S2;
```

```
T0: PROCEDURE;
FREE DATA5; ALLOCATE DATA5;
DECI_TABLE='0'B;
DO I=1 TO 4; DO J=I TO 4;
DECI_TABLE(I,J)='1'B;
END; END;
FEED = SYSIN;
END T0;

T1: PROCEDURE;
RESULT_MODIF=DECI_TABLE(GROUPE_VARI,*);
END T1;

T2: PROCEDURE;  /* FUNCTION */
DO I=1 BY 1 WHILE
(RESULT_MODIF ¬= DECI_TABLE(I,*));
END;
RETURN(MODUL_IMPLIC(I));
END T2;

I1: PROCEDURE;
END_FILE=',';
DO WHILE(END_FILE=',');
GET FILE (FEED) LIST(I,J,VAL);
GET FILE (FEED) EDIT(END_FILE)(A(1));
A(I,J)=VAL;
END;
END I1;

I2: PROCEDURE;
END_FILE=',';
DO WHILE(END_FILE=',');
GET FILE (FEED) LIST(I,VAL);
GET FILE (FEED) EDIT(END_FILE)(A(1));
E(I)=VAL;
END;
END I2;
```

```
I12: PROCEDURE;
END_FILE=',';
DO WHILE(END_FILE=',');
GET FILE (FEED) LIST(J,VAL);
GET FILE (FEED) EDIT(END_FILE)(A(1));
W(J)=VAL;
END;
END I12;

C1: PROCEDURE;
G=U+T+S-R;
H=V+T+S-R;
DO J=1 TO M;
IF G(J) < 0 THEN G(J) = 0;
IF H(J) < 0 THEN H(J) = 0;
END;
END C1;

C2: PROCEDURE;
DCL CAP_CHECK BIT(1) INIT('0'B);
HP=H-G;
DO I=1 TO N;
DP(I)=D(I)-SUM(A(I,*)*G(*));
IF DP(I) < 0 THEN CAP_CHECK='1'B;
END;
IF CAP_CHECK='0'B THEN RETURN;
ELSE PUT PAGE EDIT(MESSAGE(5))(X(5),A);
GO TO CANCEL;
END C2;

C3: PROCEDURE;
DCL VT(M) INIT((M)0);
DO I=1 TO N; VT(*)=VT(*)+A(I,*)*F(I); END;
C=W-K-VT;
END C3;
```

```
C4: PROCEDURE;  /* SANS ANTI-CYCLAGE */
/* SUBST=ALGORITHME SUBSTITUTION */
/* MINUS=FUNCTION VALEUR MIN DANS VECTEUR */
DCL V1(N1),V2(N1),V3(N1),V4(M),PIVOT,W1 BIT(1);
W1='0'B;
X,VB,B=0; /* VB=BASE, B=INVERSE BASE */
DO I=1 TO N1; B(I,I)=1; END;
IB,JB=0; /* INDICES BASE, INDICES NON BASE */
A(N1,*)=-C; /* MAXIMISATION */

/* PREMIERE ITERATION */
A1:
JM=MINUS(A(N1,*),M); /* IM,JM=INDICES PIVOT */
ON ZERODIVIDE BEGIN; V1(I)=9E6; GO TO A2; END;
DO I=1 TO N; V1(I)=DP(I)/A(I,JM); A2: END;
REVERT ZERODIVIDE;
IM=MINUS(V1,N);
IF V1(IM)>=HP(JM)
THEN DO; CALL SUBST; GO TO A1; END;
B(*,IM)=-A(*,JM)/A(IM,JM); B(IM,IM)=1/A(IM,JM);
V2(*)=A(N1,*)+B(N1,IM)*A(IM,*);
IB(IM)=-JM;
JM=MINUS(V2,M);
DO WHILE(V2(JM) < -1);

/* ITERATIONS SUIVANTES */
W1='0'B;
DO I=1 TO N1;
V3(I)=SUM(B(I,*)*A(*,JM));
VB(I)=SUM(B(I,*)*DP(*));
END;
V1,V2=9E6;
DO I=1 TO N;
IF V3(I)>0 THEN V1(I)=VB(I)/V3(I);
IF V3(I)<0 THEN V2(I)=(VB(I)-HP(JM))/V3(I);
END;
IM1=MINUS(V1,N); IM2=MINUS(V2,N);
MINABS=MIN(V1(IM1),V2(IM2));
IF MINABS>=HP(JM)
THEN DO; IM=IM1; CALL SUBST ; GO TO A3; END;
```

```
 IF MINABS=V2(IM2)
 THEN DO; W1='1'B; IM=IM2; END;
 ELSE IM=IM1;
 PIVOT=V3(IM);
 V3=-V3/PIVOT; V3(IM)=1/PIVOT;
 DO J=1 TO N1;
 V1(*)=B(*,J);
 DO I=1 BY 1 WHILE(I<IM),IM+1 TO N1;
 B(I,J)=V1(I)+V1(IM)*V3(I);
 END;
 B(IM,J)=V3(IM)*V1(IM);
 END;
 IB(IM)=-JM;
 IF W1='1'B THEN CALL SUBST;
 A3:
 DO J=1 TO M; V4(J)=SUM(B(N1,*)*A(*,J)); END;
 JM=MINUS(V2,M);
 END;

 DO I=1 TO N1; VB(I)=SUM(B(I,*)*DP(*)); END;
 DO I=1 TO N;
 IF IB(I)<0 THEN X(ABS(IB(I)))=VB(I);
 IF IB(I)>0 THEN X(IB(I))=HP(IB(I))-VB(I);
 END;
 DO J=1 TO M;
 IF JB(J)>0 THEN X(JB(J))=HP(JB(J));
 END;

 MINUS: PROC(V,L); /* FUNCTION */
 DCL V(*);
 IMIN=1; VALMIN=V(1);
 DO K=2 TO L;
 IF V(K)<VALMIN
 THEN DO; VALMIN=V(K); IMIN=K; END;
 END;
 RETURN(IMIN);
 END MINUS;

END C4;
```

```
C10: PROCEDURE;
DCL E_IMPUT(M) INIT((M)0);
DO I=1 TO N;
OCCUP(I)=SUM(X(*)*A(I,*));
E_REPART(I)=E(I)/OCCUP(I);
E_IMPUT=E_IMPUT+A(I,*)*E_REPART(I);
END;
CUVP=W-C;
ON ZERODIVIDE BEGIN;
 CUGP(J)=CUVP(J)+E_IMPUT(J)+L(J);
 GO TO A4;
 END;
DO J=1 TO M;
CUGP(J)=CUVP(J)+E_IMPUT(J)+(L(J)/X(J));
A4: END;
REVERT ZERODIVIDE;
XMNP=W-CUGP;
VENTES=X+R-S;
DO J=1 TO M;
IF VENTES(J)>V(J) THEN VENTES(J)=V(J);
CHAFF(J)=W(J)*VENTES(J);
IF VENTES(J)=0 THEN PART(J)=-L(J);
ELSE PART(J)=CHAFF(J)-CUGP(J)*X(J);
END;
RESULT_NET=SUM(PART);
CHAFF=W*VENTES;
TOT_CHAFF=SUM(CHAFF);
END C10;

C11: PROCEDURE;
OCCUP_TAUX=100*OCCUP/D;
CUGCC=E_REPART+F;
END C11;

C12: PROCEDURE;
GET LIST(OBJECTIF);
GET EDIT(END_FILE)(A(1));
DELTA=OBJECTIF-RESULT_NET;
END C12;
```

```
E1: PROCEDURE;
PUT PAGE EDIT('M T M C',(7)'*)
(2 (SKIP,X(5),A);
PUT SKIP(3)EDIT('COMPTE D''EXPLOITATION  ',JX)
(X(5),A,F(2));
PUT SKIP(2)EDIT('PRODUCTION','    VENTES',
'     CHAFF','      PART','       PV',
'  COUT U V','  COUT U G',' MARGE U N')
(X(7),8 A);
PUT SKIP EDIT((80)'-')(X(5),A);
PUT SKIP;
DO J=1 TO M;
PUT SKIP EDIT(J,X(J),VENTES(J),CHAFF(J),
PART(J),W(J),CUVP(J),CUGP(J),XMNP(J))
(X(5),F(2),8 F(10,1));
END;
PUT SKIP(2) EDIT(TOT_CHAFF,RESULT_NET)
(X(7),X(20),2 F(10,1));
PUT SKIP EDIT((80)'-')(X(5),A);
END E1;

E2: PROCEDURE;
PUT PAGE EDIT('M T M C',(7)'*')
(2 (SKIP,X(5),A));
PUT SKIP(3)EDIT('ENQUETE SUR LES CENTRES DE'||
'CHARGES')(X(5),A);
PUT SKIP(2)EDIT(' CAPACITES','     OCCUP',
'     CUVCC','      CFCC','     CUGCC')
(X(9),5 (A,X(3)));
PUT SKIP(2);
DO I=1 TO N;
PUT SKIP EDIT(I,D(I),OCCUP_TAUX(I),F(I),E(I),
CUGCC(I))(X(5),F(4),5 (F(10.1),X(3)));
END;
END E2;
```

```
/* MODULES DE COMMANDE */

F1: PROCEDURE;
GROUPE_VARI=1;
CALL T1;
CALL I1;
END F1;

F2: PROCEDURE;
GROUPE_VARI=4;
CALL T1;
CALL I2;
END F2;

F12: PROCEDURE;
GROUPE_VARI=1;
CALL T1;
CALL I12;
END F12;

F13: PROCEDURE;
FREE DATA3,DATA4;
ALLOCATE DATA3;
CALL C1;
CALL C2;
F14: ENTRY;  /* POINT D'ENTREE */
CALL C3;
CALL C4;
X=X+G;
F15: ENTRY;  /* POINT D'ENTREE */
ALLOCATE DATA4;
CALL C10;
CALL E1;
END F13;

F16: PROCEDURE;
DCL FX ENTRY VARIABLE;
FX=T2;  /* REFERENCE FUNCTION T2 */
CALL FX;
END F16;
```

```
 F19: PROCEDURE;
 CALL C11;
 CALL E2;
 END F19;

 F24: PROCEDURE;
 CALL C12;
 W=W+W*DELTA/SUM(VENTES*W);
 FREE DATA4;
 CALL F15;
 END F24;

 F25: PROCEDURE;
 FREE DATA3,DATA4;
 ALLOCATE DATA3;
 END_FILE=',';
 DO WHILE(END_FILE=',');
 GET LIST(J,VAL);
 GET EDIT(END_FILE)(A(1));
 X(J)=VAL;
 END;
 G=X; H=9E6;
 CALL C2;
 ALLOCATE DATA4;
 CALL F15;
 END F25;

/*************************************************/

END MTMC;
```

9 Insertion de MTMC dans l'entreprise

L'insertion judicieuse de MTMC dans l'entreprise est un facteur qui contribue fortement à l'efficacité de l'instrument.

Sa place dans l'organisation découle de sa vocation au plan tactique, évoquée au cours du chapitre 2. Agissant au carrefour des fonctions opérationnelles de l'entreprise, l'instrument doit être subordonné directement à l'organe qui dirige leur action concertée.

Cette manière de concevoir l'implantation de MTMC dérive du principe suivant, énoncé par Drucker (*1) : "Les éléments qui paraissent à première vue constituer le fond du problème sont rarement des facteurs importants et décisifs. Ce sont tout au plus des indices...". Cette observation fait apparaître la nécessité d'établir des rapports entre cet organe de direction et les responsables des différentes fonctions sur le plan de la détermination des causes réelles des problèmes, plutôt que sur celui de la recherche et du choix des solutions. En effet, seule la direction peut faire prévaloir des solutions d'ensemble aux problèmes que pose l'exploitation. Mais seuls les gens "qui

---

1) Peter F. Drucker, la pratique de la direction des entreprises,
chapitre 28,
Les Editions d'organisation, Paris, 1954

vivent au contact des problèmes" peuvent les analyser avec la finesse nécessaire pour mettre en évidence ce que P. F. Drucker, cité à la page précédente, appelle "les facteurs importants et décisifs".

Il est par conséquent essentiel que la direction ait des moyens d'investigation propres, non pas pour écarter de la prise des décisions les responsables des fonctions, mais pour les associer fructueusement, dans le cadre de leurs attributions spécifiques.

L'introduction de MTMC dans cet esprit, contribue à mieux définir les compétences en matière de décisions d'ordre tactique. La maîtrise, par la direction, d'instruments de gestion, lui assure une fonction de "leader", opposée à celle d'arbitre.

* * *

SECONDE PARTIE

Le second volet de cette étude est consacré à l'expérimentation de MTMC.

L'entreprise qui est l'objet de ce test est issue de l'intégration imaginaire d'une partie des activités de deux sociétés industrielles lausannoises de la métallurgie fine : UNIMED SA (*1) et MICROTUBE SA (*2).

La première fabrique des aiguilles de seringues et des aiguilles chirurgicales à suture. La seconde, en amont de la première, fournit des tubes d'acier inoxydable.

Alors que MTMC libère l'utilisateur des difficultés de la formulation du problème, il le soumet sans concession à une autre servitude : le recueil critique de l'information. C'est sous l'angle de cet obstacle qu'il est peut-être le plus constructif de considérer cette application.

---

1) UNIMED SA, 80, rte de Genève,
   1004 Lausanne
2) MICROTUBE SA, 21, ch. d'Entre-bois,
   1018 Lausanne

10 Description de l'entreprise (MICROMED SA)

Au cours de l'exposé théorique de MTMC, le type d'entreprise auquel l'instrument est voué a été défini selon cinq critères. Appliqués à cette description, ils restituent l'image de MICROMED:

- c'est une entreprise industrielle de la métallurgie de précision dont l'activité est très spécialisée ;

- elle fabrique en série des aiguilles chirurgicales à suture et des aiguilles hypodermiques de seringues. Elle fabrique des tubes de petits diamètres en acier inoxydable dont une partie de la production entre dans la composition de ses aiguilles de seringues et l'autre est vendue pour des usages non médicaux (échangeurs de chaleur, commandes hydrauliques et pneumatiques par exemple). Son activité est restreinte aux exécutions normalisées, d'usage courant,de ces produits ;

- pour affirmer leur présence sur les marchés, certains producteurs adjoignent à ces programmes standards la faculté d'offrir des exécutions spéciales,conformes aux désirs exceptionnels de leurs clients, ou aux besoins des spécialistes (ophtalmologues, anesthésistes, vétérinaires etc.). D'autres industriels intègrent ces produits dans un assortiment plus complet d'instruments médicaux et chirurgicaux manuels ou fabriquent du matériel à jeter après usage. Face aux atouts de ces entreprises, la condition d'existence de MICROMED réside dans sa

rapidité d'exécution des commandes : pour cette raison, elle doit entretenir des stocks importants ;

- dans le domaine des produits normalisés, la concurrence est forte car il y a peu de possibilités effectives de différenciation et d'innovation, hormis le soin même apporté à la fabrication ;

- par conséquent les prix sont des facteurs discriminatoires auxquels les marchés sont sensibles.

Or, l'avènement d'une concurrence nouvelle, émanant d'entreprises qui ont infléchi le développement des marchés, amène les responsables de MICROMED à mettre en question sa politique. Si une volte-face n'a pas été jugée souhaitable un changement de trajectoire a conquis leurs faveurs. Un plan est conçu par les dirigeants de la Société. Ils s'adjoignent les services d'un cabinet de conseillers de gestion, dont les moyens d'investigation comprennent MTMC.

Consulté pour mesurer l'écho du projet sur l'essor de l'entreprise, le cabinet d'experts entreprend une étude détaillée de la situation. Ce travail préliminaire porte sur les douze objets identifiés par MTMC (chapitre 4, p.15, 16, 17). En voici quelques éléments de base.

Le programme de production de MICROMED se compose de :

- quatre types d'aiguilles à suture :

  (1) pointe triangulaire, chas à ressort ;

(2) pointe ronde, chas à ressort ;

(3) pointe triangulaire, chas ordinaire ;

(4) pointe triangulaire inversée, chas à ressort ;

chaque type est exécuté en plusieurs dimensions et plusieurs courbures. L'unité de production et de vente est la douzaine ;

- deux types d'aiguilles hypodermiques :

(5) pour seringues avec cône "Luer Lock" ;

(6) pour seringues avec cône "Record" ;

chaque type est exécuté en plusieurs dimensions (longueur et diamètre) et en version intramusculaire ou intraveineuse (pointe biseautée différemment). L'unité de production et de vente est la douzaine ;

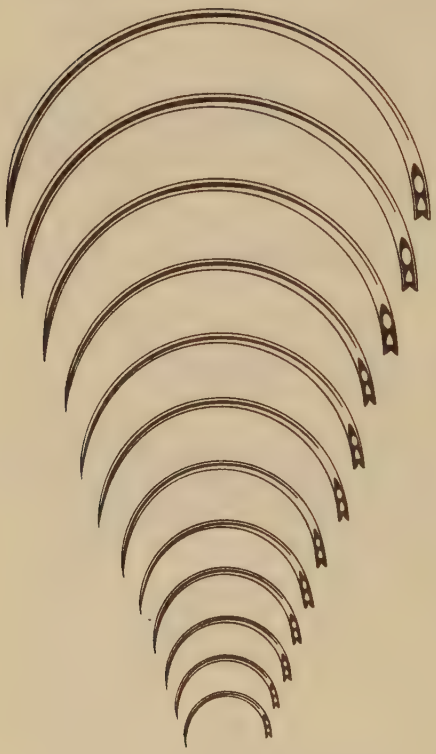
- trois types de tubes d'acier inoxydable :

(7) calibré, en rouleau ;

(8) étiré selon diamètre extérieur, en longueur droite ;

(9) étiré selon diamètre extérieur et épaisseur de parois, en longueur droite.

Extrait du catalogue d'UNIMED SA



chas à ressort

chas ordinaire

cône "record"

cône "luer lock"

Nomenclature des matières (bill of material)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- ébauches en acier au carbone	*	*	*	*					
- nickel	*	*	*	*	*	*			
- barres de laiton					*	*			
- tubes d'acier inoxydable (no 8)					*	*			
- chrome					*	*			
- bandes d'acier inoxydable							*	*	*
- lubrifiant et autres produits chimiques								*	*
Processus de fabrication									
aiguilles à suture :									
- emboutissage de la moitié arrière de l'ébauche pour lui donner une section méplatte	*	*	*	*					
- triangulation de la pointe par emboutissage	*		*	*					
- meulage de la pointe de section triangulaire pour obtenir des arrêtes tranchantes	*		*	*					
- meulage de la pointe de section ronde		*							

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- polissage	*	*	*	*					
- cintrage de l'aiguille	*	*	*	*					
- ouverture du chas à ressort	*	*		*					
- trempe et revenu	*	*	*	*					
- nickelage	*	*	*	*					
- conditionnement en boîtes de douze pièces	*	*	*	*					
aiguilles hypodermiques :									
- décolletage de l'embase					*	*			
- perçage de l'embase					*	*			
- nickelage et chromage de l'embase					*	*			
- coupe du tube					*	*			
- meulage du biseau					*	*			
- ébarbage du biseau					*	*			
- polissage					*	*			
- marquage de l'embase					*	*			
- sertissage de l'aiguille sur l'embase					*	*			
- conditionnement en boîtes de douze pièces					*	*			
tubes :									
- formage mécanique de la bande par passage entre des galets							*	*	*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- soudure (microplasma)							*	*	*
- calibrage							*		
- recuit (fours à passage ou fours à pot							*	*	*
- traitement chimique avant étirage								*	*
- étirage sans mandrin									*
- étirage avec mandrin									*
- coupe, ébarbage, polissage								*	*
- redressage (test par courants de Foucault)								*	*
- traitement final extérieur								*	*
La fonction de production est divisée en dix centres de charges									
- décolletage et fraisage					*	*			
- meulage	*	*	*	*	*	*			
- emboutissage	*	*	*	*					
- traitements galvaniques et chimiques	*	*	*	*	*	*		*	*
- traitements thermiques	*	*	*	*	*	*	*	*	*
- sertissage et marquage					*	*			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- banc de formage et soudure					*	*	*	*	*
- banc d'étirage					*	*		*	*
- ébarbage, polissage, coupe	*	*	*	*	*	*		*	*
- conditionnement	*	*	*	*	*	*	*	*	*

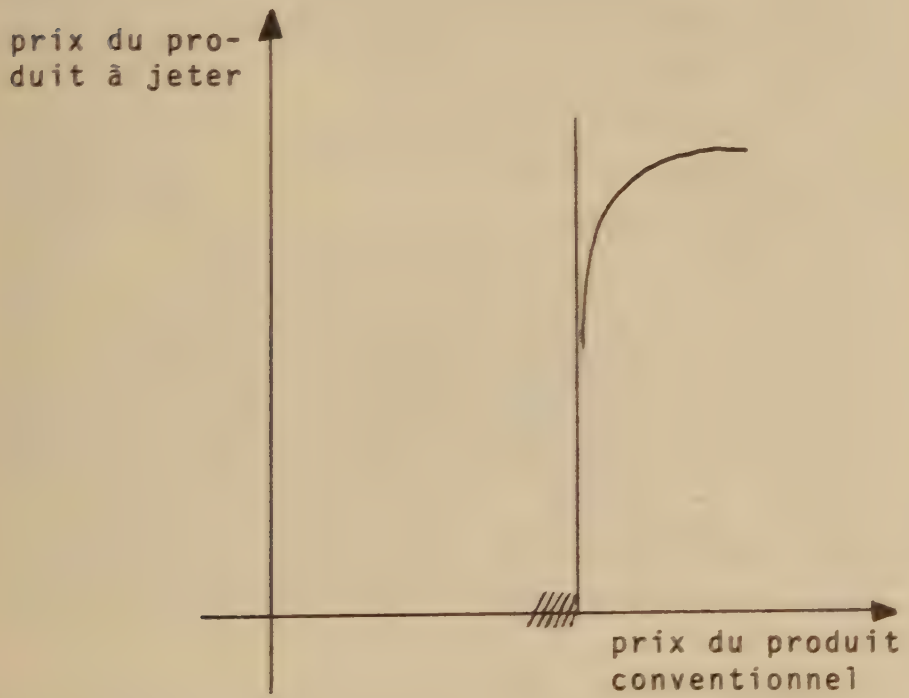
MICROMED a quatre services communs à la division médicale et à la division tubes :

- service technique (matières, contrôles de qualité,entretien des équipements) ;
- stockage et expédition ;
- service commercial ;
- gestion.

Sur le plan de la pénétration des marchés, enfin, une consultation des milieux hospitaliers, consommateurs importants particulièrement sollicités par les grands producteurs concurrents, a permis d'évaluer les prix qui, tenant compte de tous les facteurs du choix, rendent indifférente l'acquisition d'un matériel conventionnel ou à jeter après usage (courbe d'indifférence). A la lumière de ces points de repère, la situation commerciale de l'entreprise s'est révélée . Elle confirme les prévisions des responsables de MICROMED.

11 Etude du plan - intervention de MTMC

Le plan de riposte, soumis à l'examen des experts, marque la volonté de consolider la position de l'entreprise en lui donnant les moyens d'offrir sur le marché médical, des quantités plus grandes d'aiguilles conventionnelles, à des prix compétitifs, qui se trouvent en deçà des courbes d'indifférence ////.



A cet effet, une restructuration de l'entreprise est prévue. Elle peut être formulée en deux points :

- élimination de la division tubes ;
- affectation des moyens de production libérés à la division médicale;

	1	2	3	4	5	6
- décolletage et fraisage					*	*
- meulage	*	*	*	*	*	*
- emboutissage	*	*	*	*		
- traitements galvaniques	*	*	*	*	*	*
- traitements thermiques	*	*	*	*	*	*
- sertissage et marquage					*	*
- ébarbage, polissage, coupe	*	*	*	*	*	*
- conditionnement	*	*	*	*	*	*

D'emblée, ce plan a prévalu, car la concurrence montante astreint à concentrer l'effort, plutôt qu'à reforcer l'intégration, pensent les gestionnaires de MICROMED. Catalysant cet état d'esprit, l'expérience a montré, qu'il est difficile et couteux d'entretenir des doubles relations commerciales, pour se porter avec succès vers deux clientèles - médecins, ingénieurs -, dont les besoins sont différents à tout point de vue.

La prestation de MTMC a permis de simuler, dans les limites de la compétence de l'instrument, définie au cours du chapitre 3, l'incidence du

plan sur l'activité de l'entreprise. On a donc pris garde à ne recourir à ses services que pour faire une synthèse ponctuelle des conditions d'exploitation. Ce n'est que sous cet angle particulier que MTMC peut contribuer à éclairer la perspective ouverte par le projet.

La configuration de l'exploitation, sur la base des prévisions relatives à la structure actuelle de l'entreprise, est mise en regard de l'exploitation attendue, après que le plan ait déployé ses effets.

Des conditions de simulation identiques - optimalisation - permettent d'isoler l'incidence des corrections apportées à la structure de l'entreprise.

Légende :

PRODUCTION		x1000 unit.
VENTES		x1000 unit.
CHAFF	(chiffre d'affaire)	x1000 fr.
PART	(bénéfice net d'exploit.)	x1000 fr.
PV	(prix de vente)	
COUT U V	(cout unitaire variable)	
COUT U G	(cout unitaire global)	
MARGE U N	(marge unitaire nette)	

M T M C
****

COMPTE D'EXPLOITATION 9

	PRODUCTION	VENTES	CHAFF	PART
1	5561.0	5561.0	15155.3	3036.6
2	4018.4	4018.4	8438.6	803.7
3	5101.1	5101.1	11222.4	1530.3
4	6449.2	6449.2	20637.4	4836.9
5	1929.6	1929.6	5981.8	-482.4
6	1114.0	1114.0	3286.3	-445.6
7	0.0	0.0	0.0	-187.1
8	0.0	0.0	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0
			64721.8	9392.4

(ces chiffres sont fictifs)

PV	COUT U V	COUT U G	MARGE U N
2.75	0.85	2.15	0.60
2.10	0.60	1.90	0.20
2.20	0.60	1.90	0.30
2.90	0.85	2.15	0.75
3.10	1.05	3.35	-0.25
2.95	1.05	3.35	-0.40
0.30	0.11	0.00	0.00
0.60	0.36	0.00	0.00
0.85	0.39	0.00	0.00

M T M C
****

COMPTE D'EXPLOITATION 18

	PRODUCTION	VENTES	CHAFF	PART
1	6011.7	6011.7	15630.4	3005.9
2	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2506.6	2506.6	5108.5	501.3
4	7451.3	7451.3	20116.5	4840.3
5	6458.2	6458.2	18728.8	3874.9
6	3656.1	3656.1	10237.1	1828.1
			69853.3	14053.5

PV	COUT U V	COUT U G	MARGE U N
2.60	0.85	2.10	0.50
2.00	0.60	0.00	0.00
2.05	0.60	1.85	0.20
2.70	0.85	2.05	0.65
2.90	1.15	2.30	0.60
2.80	1.15	2.30	0.50

M T M C
****

PROGRAMME SOUMIS

```
 1 DESCRIPTION DE LA SITUATION
 2 MESURE DES OPERATIONS DE PRODUCTION
 3 COUTS FIXES IMPUTES AUX CENTRES DE CHARGES
 4 COUT VARIABLES UNITAIRES D'EXPLOITATION
 5 CAPACITES DE TRAITEMENT DES CENTRES DE CHARG
 6 COUTS IMPUTES DIRECTEMENT AUX UNITES DE PROD
 7 COUTS INDIRECTS IMPUTES A L'ENSEMBLE DE CHAG
 8 PRIX DE VENTE UNITAIRES MOYENS DES PRODUITS
 9 CONFIGURATION DE LA MEILLEURE EXPLOITATION
10 RESTRUCTURATION DE LA SITUATION
11 MESURE DES OPERATIONS DE PRODUCTION
12 COUTS FIXES IMPUTES AUX CENTRES DE CHARGES
13 COUT VARIABLES UNITAIRES D'EXPLOITATION
14 CAPACITES DE TRAITEMENT DES CENTRES DE CHARG
15 OUTS IMPUTES DIRECTEMENT AUX UNITES DE PRODU
16 COUTS INDIRECTS IMPUTES A L'ENSEMBLE DE CHAG
17 PRIX DE VENTE UNITAIRES MOYENS DES PRODUITS
18 CONFIGURATION DE LA MEILLEURE EXPLOITATION
19 ARRET
```

Le premier compte d'exploitation prévisionnel montre que la gestion optimale des ressources actuelles de l'entreprise aboutit à une situation absurde : la production de tubes est insuffisante pour que les coûts fixes qu'elle supporte soient répartis sur une base assez large. Or les pertes provoquées sont intégrées aux coûts des aiguilles de seringue, puisque les tubes en sont un constituant. Les prix de revient des aiguilles hypodermiques ainsi obérés, limitent alors la faculté de concurrence de ces produits et, par conséquent, celle de l'entreprise.

Le second compte prévisionnel préfigure la forme de l'exploitation après que le plan ait déployé ses effets. L'opportunité du projet se dégage sans équivoque de ces chiffres.

* * *

CONCLUSION

J'ai voulu un instrument simple. Il possède l'imperfection, mais aussi l'efficacité des constructions simples. D'ailleurs, cette simplicité ne résulte pas d'un choix, mais est un impératif dicté par la grande difficulté de réunir, dans la réalité de l'entreprise, une information qui satisfasse les exigences des méthodes de la recherche opérationnelle. "A simple design requires much more thought, experience and sound judgement, the lack of which is so easily desiguised in complexity." (*1).

Je souhaitais aussi montrer que le gestionnaire peut avoir accès aux puissants moyens de calcul électronique en formulant ses idées au moyen des objets qui lui sont familiers, sans l'intervention d'informaticiens. A cet égard, il est intéressant de prendre connaissance des conclusions du rapport cité (*2), tant elles démontrent l'isolement du chef d'entreprise par rapport au calculateur électronique.

---

1) N. Wirth, Programming Languages : What To Demand And How To Access Them,
Ecole Polytechnique Fédérale, Zürich, 1976

2) A. Demarne, La greffe de l'ordinateur,
Entreprise moderme d'édition, Paris, 1974

BIBLIOGRAPHIE COMPLEMENTAIRE

Ouvrages auxquels il n'est pas fait référence dans le texte :

- H.M. Wagner, Principles of Opérations Research,
  Prentice Hall International Editions, 1972

- A.H. Land & S. Powell, Fortran Codes For Mathematical Programming,
  John Wiley & Sons, Editors, 1973

- D. Gries, Compiler Construction For Digital Computer,
  John Wiley & Sons, Editors, 1971

- R.A. Seaberg & Ch. Seaberg, Computer Based Decision system in Xerox Corporate Planning,
  Management Science, No 4, Decembre 1973

- J.S. Hammond, Do's and dont's of Computer Models for Planning,
  Harvard Business Review, March, April 1974

- B. Wagle & P.M. Jenkins, Corporate Planning Models and Computer Systems,
  The Computer Journal, vol.17, No 3, 1974

- J.C. Higgins & D.Whitaker, Computer Aids to Corporate Planning,
  The Computer Bulletin, Sept. 1972

- M.C. Lueke, Computer Models : "Black-Box"or Management Oriented,
Management Adviser, Jan.-Febr. 1973

- IBM Program Product, IBM System/370 Planning, Control and Decision Evaluation System (PLANCODE) General Information Manual, GH19-1103

TABLE DES MATIERES

Introduction

PREMIERE PARTIE

1 Un instrument informatique de gestion prévisionnelle p. 9

2 Au niveau de la conjonction des fonctions de l'entreprise p.10

3 L'entreprise p.11

4 L'instrument met en oeuvre une représentation mathématique des relations des fonctions de l'entreprise p.12

5 Fiabilité et limite du calculateur proposé p.28

6 L'instrument informatique est piloté par un programme p.31

7 Le programme est formulé dans un langage de gestion p.45

8 Structure et exploitation de l'instrument informatique p.54

9 Insertion de MTMC dans l'entreprise p.72

SECONDE PARTIE p.76

10 Description de l'entreprise(MICROMED) p.77

11 Etude du plan - intervention de MTMC p.85

Conclusion p.95

Bibliographie p.97

* * *